FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

LIBRARY
OF THE
AMERICAN MUSEUM
OF NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06(493)B.1
cv

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TOME SIXIÈME.

BRUXELLES
A. VROMANT, IMP.-ÉDITEUR
rue de la Chapelle, 3.

PARIS
LIBRAIRIE
DE LA SOCIÉTÉ BIBLIOGRAPHIQUE
35, *rue de Grenelle.*

1879

21-85370 Aug 3

L'ORIGINE DES INÉGALITÉS

DE LA SURFACE DU GLOBE.

La recherche des lois qui président à la distribution des inégalités de la surface terrestre a depuis longtemps préoccupé les observateurs. Cette recherche est intimement liée à celle de la cause qui a produit les inégalités en question ; même on peut dire que cette seconde face du problème a été abordée plus tôt que la première, et qu'on a disserté sur l'origine des montagnes bien longtemps avant que la géographie eût appris à les définir avec une suffisante précision. Cela se comprend sans peine ; car la vue du désordre si manifeste qui règne dans les régions montagneuses ne pouvait manquer d'éveiller dans les esprits l'idée de cataclysmes violents, et il n'était pas besoin de savoir par quels matériaux les montagnes sont constituées pour être naturellement tenté d'attribuer leur formation à des convulsions éprouvées par la surface de notre planète.

Mais de cette idée instinctive à une notion qu'on puisse appeler scientifique, la distance était grande. Pour la franchir, il fallait attendre que la structure de l'écorce du globe, demeurée si longtemps indéchiffrable, se fût laissé arracher quelques-uns de ses principaux secrets. On sait

que cette écorce se compose d'éléments minéralogiques, originairement disposés dans un certain ordre. C'est le trouble apporté, par des phénomènes mécaniques ultérieurs, à cette disposition primitive, qui donne naissance aux inégalités dont le relief sollicite notre attention. Comment apprécier la loi de ces perturbations, si les éléments qu'elles affectent ne sont pas tout d'abord connus et définis?

On ne doit donc pas s'étonner si la première expression scientifique d'une théorie des montagnes se rencontre dans l'ouvrage où sont formulés, pour la première fois, ce qu'on peut appeler les rudiments de la géologie: nous voulons parler de la célèbre thèse du danois Sténon, publiée en 1669 sous le titre : *Prodroma dissertationis de solido intra solidum naturaliter contento*. Instruit par une expérience de plusieurs années, acquise dans la direction des mines du Grand-Duc de Toscane, Sténon a reconnu que le sol de ce pays se compose de couches régulièrement superposées, dont les éléments, évidemment empruntés à des roches préexistantes, ont été en suspension dans un liquide. Dès lors ces éléments ont dû se déposer conformément aux lois de la pesanteur, c'est-à-dire en strates horizontales. Si donc on retrouve aujourd'hui ces couches avec des inclinaisons sensibles, et c'est précisément le cas dans les Apennins, il en faut conclure qu'elles ont été dérangées postérieurement à leur consolidation. Ainsi les montagnes résultent d'un trouble apporté dans l'horizontalité primitive des couches de l'écorce terrestre. Quant à la cause qui a produit cette perturbation, un homme habitué au spectacle des éruptions volcaniques de l'Italie centrale ne pouvait guère la chercher ailleurs que dans cet ordre de phénomènes. Aussi, tout en reconnaissant la possibilité d'écroulements produits par la disparition de certaines couches, Sténon accorde-t-il la plus grande part d'action aux feux souterrains.

Pour apprécier comme il convient tout le mérite des vues de Sténon, il faut se rappeler qu'alors on considérait

les montagnes comme ayant existé de tout temps. Les philosophes en faisaient la charpente osseuse du globe, et leur attribuaient un rôle identique avec celui que joue le squelette dans les animaux. Ce n'est donc que par un prodigieux effort de génie que le naturaliste danois put s'affranchir de telles conceptions ; et, de fait, sa doctrine, basée sur tout un ensemble d'observations personnelles, était tellement en avance sur le siècle où elle se produisait que, cent cinquante ans après, on peut dire que Léopold de Buch reprenait la théorie des montagnes juste au point où Sténon l'avait laissée. Il n'avait pas fallu moins que ce long intervalle pour asseoir définitivement dans la science l'idée de la formation successive de l'écorce terrestre et de la division de son histoire en périodes sédimentaires, interrompues de temps à autre par l'épanchement de roches éruptives.

C'est Léopold de Buch qui a introduit, dans l'étude des accidents de la surface du globe, la grande notion des directions. La généralité du phénomène des montagnes, que Sténon n'avait pas entrevue parce que ses observations n'embrassaient qu'une étendue de pays très restreinte, ne pouvait échapper à un voyageur qui avait tenu à voir de ses yeux tous les massifs montagneux de l'Europe. Aussi, dès 1824, de Buch divisait-il les montagnes de l'Allemagne en quatre systèmes, dont chacun était caractérisé par son orientation. En même temps, frappé du rôle considérable que les mélaphyres avaient joué dans l'orographie du Tyrol méridional, il émettait pour la première fois l'idée que la plupart des chaînes de montagnes devaient leur origine aux soulèvements déterminés par la sortie de ces roches.

Cinq ans plus tard, Élie de Beaumont ajoutait à la théorie de Léopold de Buch une notion capitale, celle de l'âge relatif des montagnes et de la corrélation qui existe entre cet âge et la direction des chaînes. A partir de ce moment, les grands accidents rectilignes de la surface du globe ces-

sèrent d'être regardés comme les produits d'un seul phénomène général. On prit l'habitude de voir, dans chacun d'eux, le résultat d'un soulèvement local, ayant sa date précise dans l'histoire de notre planète et capable de fournir un précieux élément pour la division des périodes géologiques. Déterminer avec rigueur la date de chacun de ces soulèvements, définir la portion du globe sur laquelle son action s'était fait sentir, telle devint la tâche favorite d'Élie de Beaumont. Il s'y appliqua avec un tel succès que, malgré la modestie avec laquelle il présentait son œuvre comme le simple développement des doctrines de Léopold de Buch, l'opinion publique se plut toujours à voir en lui le véritable père de la théorie des soulèvements.

Cependant rien n'était moins théorique que l'œuvre d'Élie de Beaumont. Plein de respect pour les idées de celui qu'il aimait à appeler son maître, il semblait accepter sans discussion la poussée des roches éruptives comme la cause du soulèvement des montagnes. L'observation ne montrait-elle pas, d'ailleurs, au centre de chacun des massifs montagneux, un noyau de granite dans lequel il paraissait naturel de chercher le principe du phénomène? En tout cas, s'il avait eu des doutes à cet égard, Élie de Beaumont eût trouvé malséant de les formuler. Il s'abstint donc avec soin, dans ses premiers mémoires, de toute interprétation théorique et il ne manqua pas de faire ressortir que les conclusions auxquelles il était arrivé, n'empruntant rien à l'hypothèse, devaient être admises quelle que fût la cause première de la formation des montagnes.

Toutefois il ne faudrait pas croire qu'un esprit aussi éminent que celui d'Élie de Beaumont fût capable de se désintéresser de toute recherche relativement à cette cause première. On retrouve la trace de cette préoccupation dans un mémoire qu'il publiait en 1829, sur les montagnes de l'Oisans (1). Une simple note, imprimée en petits caractè-

(1) *Mémoires de la Société d'histoire naturelle*, t. V.

res au bas d'une page, renferme ce passage remarquable, que nous croyons devoir reproduire en entier, d'abord parce qu'il est généralement peu connu, ensuite parce qu'on y trouve, formulée du premier coup, dans des termes d'une netteté suprême, la doctrine à laquelle il nous semble que les progrès de la géologie doivent de plus en plus nous attacher.

« Le refroidissement séculaire renferme un élément qui me semble de nature à être employé dans l'explication des phénomènes géologiques, et dont M. Fénéon a également songé depuis longtemps à se servir pour le même objet. Cet élément est le rapport qu'un refroidissement aussi avancé que celui des corps planétaires établit sans cesse entre la capacité de leur enveloppe solide et le volume de leur masse interne. Dans un temps donné, la température de l'intérieur des planètes s'abaisse d'une quantité beaucoup plus grande que celle de leur surface, dont le refroidissement est aujourd'hui presque insensible. Nous ignorons sans doute quelles sont les propriétés physiques des matières dont l'intérieur de ces corps est composé, mais les analogies les plus naturelles portent à penser que l'inégalité de refroidissement dont on vient de parler, doit mettre leurs enveloppes dans la nécessité de diminuer sans cesse de volume, malgré la constance presque rigoureuse de leur température, pour ne pas cesser d'embrasser exactement leurs masses internes dont la température décroît sensiblement. Elles doivent par suite s'écarter légèrement de la figure sphéroïdale régulière qui leur convient, et la tendance à y revenir, soit qu'elle agisse seule, ou qu'elle se combine avec les autres causes intérieures de changement que les planètes peuvent renfermer, pourrait peut-être rendre raison de la formation des rides et des diverses tubérosités qui se sont produites par intervalles dans la croûte solide extérieure de ces sphéroïdes. »

Telle a toujours été la manière de voir d'Élie de Beaumont. Ceux qui ont suivi son cours à l'École des mines de

Paris en peuvent porter témoignage ; et s'il a constamment défendu, avec une ardeur que quelques-uns ont pu trouver excessive, la théorie des cratères de soulèvement de Léopold de Buch, du moins on ne saurait, sans une grave injustice, lui imputer la paternité de cette doctrine qui faisait naître les montagnes en un seul jour, à la manière des champignons, par suite de la poussée verticale des fluides du noyau interne.

Cette erreur a pourtant été commise et on a plus d'une fois tenté de couvrir du nom d'Élie de Beaumont l'école des catastrophes violentes, dont les exagérations ont fait naître, surtout en Angleterre, la protestation de l'école des causes actuelles. Ce n'est pas ici le lieu de s'appesantir sur un débat depuis longtemps vidé. Nous rappellerons seulement qu'avec la pluie, la gelée, les rivières, la mer et les tremblements de terre, aidés d'une suite incalculable de siècles, les disciples de Lyell ont souvent prétendu qu'il leur serait possible d'expliquer toutes les inégalités de la surface du globe. La lumière est faite aujourd'hui sur la part d'action qu'il convient d'attribuer aux phénomènes actuels, et il n'est plus guère de géologues sérieux qui hésitent à reconnaître que, si les agents extérieurs qui sont à l'œuvre sous nos yeux peuvent imprimer à la surface du globe sa physionomie sensible, c'est à la condition que leur action ait été préparée par les forces internes. Les agents atmosphériques peuvent déchiqueter les montagnes ; mais ils sont incapables de les créer, et l'imagination la plus complaisante se refuse à penser que les insignifiantes oscillations du sol dont les régions volcaniques nous donnent parfois le spectacle puissent suffire, en s'accumulant, à élever dans les airs la masse gigantesque des Andes et de l'Himalaya.

Mais c'est assez insister sur l'historique de la question et il convient maintenant d'aborder le problème des inégalités de la surface du globe avec les lumières que nous fournit l'état actuel de la géographie et de la géologie. Nous nous

adresserons d'abord à la seconde de ces sciences pour connaître la structure intime de ces inégalités, dont la géographie nous aidera ensuite à préciser la disposition générale.

Toutes les fois que, venant d'un pays de plaines, on pénètre dans un massif montagneux, on est frappé du changement d'allures que présentent les couches sédimentaires. En général, dans la plaine, ces couches sont horizontales ou faiblement inclinées et se poursuivent avec régularité sur de grandes étendues. Aussitôt qu'on arrive dans la montagne, on les voit, non seulement redressées sous des angles notables, mais encore ondulées, plissées de mille manières et parfois renversées sur elles-mêmes. Les couches les plus dures, telles que les calcaires et les grès, n'échappent pas à cette disposition et leurs tranches dessinent, sur les escarpements des vallées, les zigzags les plus capricieux. Le fait est général et se reproduit dans tous les grands massifs montagneux, ou du moins dans toutes les parties de ces massifs occupées par des terrains pourvus d'une stratification distincte.

Or l'expérience a depuis longtemps démontré que ce mode de plissement des couches ne peut être attribué qu'à l'action d'une compression latérale énergique. On sait que si l'on superpose les uns aux autres des cahiers de papier de diverses couleurs et si, après les avoir chargés d'un poids, on les comprime latéralement, les tranches colorées dessinent des ondulations en tout semblables à celles des terrains en montagne. MM. Daubrée et Alphonse Favre ont récemment répété ces expériences en les appliquant à des substances artificielles de composition analogue à celle des terrains, et, en variant convenablement le sens et l'intensité des pressions, on a pu reproduire toutes les circonstances que nous offre l'observation.

Il est donc hors de toute contestation que l'allure des couches sédimentaires dans les montagnes est le résultat de

la compression énergique à laquelle ces couches ont été soumises. Comme, d'ailleurs, le nombre des montagnes composées de terrains stratifiés, avec ou sans noyau cristallin, est infiniment supérieur à celui des cônes construits de toutes pièces par des éruptions volcaniques, il en résulte qu'une théorie générale de la formation des reliefs du globe devra, avant toutes choses, tenir compte de ce fait universel d'une compression latérale spécialement réalisée dans les chaînes montagneuses.

Adressons-nous maintenant à la géographie, et voyons si ce qu'elle nous enseigne sur la disposition générale des reliefs montagneux est de nature à nous fournir quelques lumières nouvelles.

Il y a plus de quarante ans qu'Élie de Beaumont, dans les leçons qu'il professait à l'École des mines, commençait à placer, sous les yeux de ses élèves, une série de profils menés à travers les continents. Ces profils, que le maître n'a pas publiés lui-même, nous ont du moins été conservés par le Manuel de géographie de Carl Vogt, dont la première édition n'était, comme on sait, que la reproduction des notes prises par l'auteur au cours d'Élie de Beaumont. L'objet de ces profils était de montrer que les chaînes de montagnes, au lieu d'occuper, dans chaque continent, une position centrale avec deux versants symétriques, étaient, au contraire, voisines de la mer et lui faisaient face par une pente relativement rapide, tandis que l'autre versant, s'abaissant en pente douce, formait le continent proprement dit et venait aboutir à l'océan opposé par une ligne de pays-bas.

Depuis, ces intéressantes considérations de géographie physique ont été poussées très loin par les savants américains, notamment par MM. Arnold Guyot et J. Dana. Ce dernier les a résumées, dans la seconde édition de son Manuel de géologie, sous la forme suivante :

« Les continents ont, en général, des bords relevés, et

un intérieur plat, en forme de plateaux ou de bassins déprimés.

» Des deux chaînes de hauteurs qui forment les deux rivages d'un continent, la plus haute est celle qui fait face à l'océan le plus étendu. »

A l'appui de cette loi, M. Dana cite un certain nombre d'exemples qui peuvent sembler concluants. Ainsi, en menant, de l'ouest à l'est, une coupe à travers l'Amérique du nord, on voit s'élever, tout contre l'Océan Pacifique, la chaîne côtière des Monts Washington, qui atteint des altitudes de trois mille mètres et plus ; au delà s'étend le plateau déprimé du Grand Lac salé ; ce plateau lui-même est bordé à l'est par la chaîne des Montagnes Rocheuses, au delà de laquelle le sol s'abaisse en pente douce, formant le bassin du Mississipi dont l'altitude moyenne est de quatre cents mètres. Enfin ce bassin est séparé de la côte Atlantique par les monts Alleghanys, qui ne s'élèvent pas à plus de dix-huit cents mètres. Entre cette dernière altitude et celle de la chaîne côtière, il y a à peu près le même rapport qu'entre les dimensions restreintes de l'Atlantique septentrional et les gigantesques proportions du Pacifique.

De même, sur toute la longueur de l'Amérique du sud, le rivage du Pacifique est immédiatement bordé par la chaîne des Andes, avec des altitudes de cinq mille mètres et même davantage ; de l'autre côté s'étendent les plaines peu élevées du Brésil, qui sont elles-mêmes séparées de l'Atlantique par une ligne de hauteur de peu d'importance. Entre cette dernière chaîne et celle des Andes, il règne un contraste qui rappelle bien la faible largeur de l'Atlantique brésilien, mise en regard de cette énorme masse d'eau qui constitue le Pacifique méridional.

Pour appliquer la même loi à l'ancien continent, M. Dana considère l'ensemble de l'Europe et de l'Asie comme un seul massif limité par trois océans : la mer du Nord, le Pacifique septentrional et l'Océan Indien. A ces trois mers correspondent trois bordures montagneuses ; d'une part,

les Monts Scandinaves et les montagnes d'Écosse, d'autre part, les chaînes de la Mongolie, de la Chine et du Japon, enfin l'Himalaya ; et les proportions relatives de ces chaînes sont celles des océans correspondants.

Toutefois il faut reconnaître que c'est une manière bien large d'envisager les choses que celle qui consiste à considérer comme faisant partie d'un même système, les montagnes de la Scandinavie et celles des Iles Britanniques ; de plus, si faible que soit l'altitude de l'Hindoustan, ce n'en est pas moins un massif d'assez grande importance, venant s'interposer entre l'Himalaya et la mer à laquelle cette chaîne devrait directement faire face.

Sans doute, la loi paraît vraie sans restriction pour le continent américain ; encore faut-il reconnaître que l'Océan Atlantique serait en droit d'exiger, sur le littoral brésilien, quelque chose de plus que la chaîne insignifiante qu'on y observe. Mais l'Amérique a ce privilège, d'être conçue dans des proportions de grandeur et d'unité qui n'ont rien de commun avec la structure si compliquée de notre vieille Europe. Cela n'empêche pas l'ancien continent d'être, malgré ses dimensions restreintes, proportionnellement beaucoup plus riche en reliefs que l'Amérique. Son histoire est plus variée et il est incontestable qu'il contribue bien plus que le nouveau monde, à nous renseigner sur le passé du globe. Une loi des reliefs de la surface terrestre doit donc s'appliquer avec quelque précision au continent européen ; si elle ne satisfait pas à cette condition, on est en droit de réclamer une autre formule.

Or il est aisé de voir que la loi formulée par M. Dana ne peut convenir, dans le détail, à aucune des lignes de relief de l'Europe. Du côté de l'Océan Atlantique, il n'existe, ni en Espagne, ni en France, ni en Irlande, quoi que ce soit qui ressemble à une chaîne côtière. Vis-à-vis de l'Océan Glacial, le littoral européen, comme celui de l'Asie, est dépourvu de toute ligne de hauteurs. La seule qui y vienne aboutir, l'Oural, est à angle droit sur le rivage marin. La

chaîne des Alpes, de beaucoup la plus élevée de celles de l'Europe proprement dite, ne touche la Méditerranée par aucun point et y projette, au lieu d'un littoral rectiligne, des contreforts presque perpendiculaires, qui servent d'appui à d'importantes péninsules. Les Pyrénées font face à la terre des deux côtés ; de même pour l'Oural et le Jura. Enfin le Caucase, qui s'étend entre la mer Noire et la Caspienne, est placé transversalement à ces deux mers au lieu de leur servir de limite commune.

Il faut donc, ou bien renoncer à exprimer par une loi la disposition des reliefs européens, ou chercher, pour en rendre compte, une formule différente de celle des savants américains. C'est ce que nous allons essayer de faire, en développant, à l'aide de la géologie, les considérations, jusqu'ici exclusivement géographiques, sur lesquelles MM. Guyot et Dana se sont appuyés.

Il importe, en effet, de ne pas oublier que les chaînes de montagnes ont pu se former à des époques géologiques très différentes. Le rôle joué par chacune d'elles dans le continent dont elle fait partie doit donc se trouver modifié chaque fois qu'une chaîne nouvelle prend naissance ; par suite, ce rôle ne peut être convenablement apprécié que si l'on reconstitue par la pensée les conditions géographiques de l'époque où la ligne de hauteurs considérée a acquis son principal relief.

Cette tâche, il est vrai, n'est pas toujours aisée à accomplir. On sait aujourd'hui que les montagnes ne sont point le résultat de cataclysmes violents et instantanés. Il en est dont le dessin primitif est de très ancienne date et qui portent nettement l'empreinte de plusieurs révolutions géologiques successives. Néanmoins, en cherchant à débrouiller l'histoire de chaque grande chaîne, on arrive presque toujours à reconnaître que son relief s'est plus particulièrement accentué à une certaine époque, après laquelle il n'a plus été soumis qu'à des modifications d'ordre secondaire. C'est alors cette époque qui sert à définir l'âge de la chaîne en question.

Cela posé, si l'on étudie, à ce point de vue, les diverses montagnes européennes, on y découvre une disposition constante qui peut se traduire par la loi suivante :

A l'époque ou une chaîne de hauteurs vient d'acquérir son principal relief, elle se compose de deux versants très inégalement inclinés, dont l'un, en pente douce, se relie au continent, tandis que l'autre, abrupt, fait directement face à la mer.

Justifions cette loi par des exemples. Quelles que soient les incertitudes qui peuvent encore régner sur la date précise du grand soulèvement pyrénéen, on sait que les formations miocènes ne sont jamais représentées dans l'intérieur de la chaîne. Au contraire, l'éocène supérieur, sous la forme du terrain nummulitique, y est porté à des hauteurs considérables. Ainsi le principal relief des Pyrénées a dû être acquis entre le dépôt de l'éocène supérieur et celui de la mollasse. Or, à cette époque, la crête pyrénéenne se reliait, directement et sans ressaut brusque, au sud, avec le continent espagnol, complètement émergé, tandis qu'au nord elle aboutissait, par un versant très abrupt, à la mer de la mollasse, qui venait baigner le pied de la chaîne en couvrant tout ce qui forme aujourd'hui le bassin de la Garonne.

A une époque peu éloignée de celle-là, le Jura se reliait au continent français par une pente doucement ménagée, tandis que, du côté de la Suisse, il venait aboutir, par une véritable falaise, à la mer intérieure où se déposait le miocène supérieur, et dont le lac de Neufchâtel représente comme un dernier écho.

Les Alpes principales ont acquis leur maximum de relief entre le miocène supérieur et le pliocène. Or, à ce moment, tandis qu'elles s'élevaient en pente douce à partir des plaines de l'Allemagne du nord, elles venaient former, du côté de la Lombardie, une sorte de mur vertical au pied duquel se déposaient les sédiments de la mer Subapennine.

A une époque encore plus récente, le Caucase constituait de même une barrière dissymétrique, se reliant au sud

avec les hauteurs de l'Arménie, tandis que son versant nord formait falaise en face de cette dépression, encore si visible, par laquelle la mer Noire était reliée à la mer Caspienne.

Enfin il n'est pas jusqu'à l'Oural qui ne puisse également se plier à cette conception générale, si l'on réfléchit qu'au lieu de former, comme aujourd'hui, une séparation entre deux massifs continentaux, il a dû, d'abord, constituer la ligne de rivage de la Russie, depuis longtemps émergée, contre la dépression marine par laquelle la mer polaire communiquait avec la mer Aralo-Caspienne, dont la faune contient encore, paraît-il, quelques représentants arctiques.

Nous voilà donc conduits à formuler cette loi générale : Une chaîne de montagnes, au moment où elle se forme, occupe toujours une situation littorale ; elle ne s'en écarte, par la suite, que quand le continent s'accroît par de nouvelles adjonctions obéissant à la même loi. Si donc, de nos jours, les monts Scandinaves, d'un côté, la Cordillière des Andes de l'autre, émergent directement des profondeurs de l'Océan, c'est que ces deux chaînes appartiennent aux formations les plus récentes qui se soient produites sur le globe ; et la géologie, comme on sait, vérifie pleinement cette conclusion.

Ainsi, dissymétrie originelle des reliefs terrestres et situation littorale du versant le plus abrupt, tels sont les deux faits généraux que l'emploi simultané des observations géologiques et géographiques nous a permis de reconnaître.

Mais il nous faut aller plus loin encore. Le relief du globe ne se compose pas seulement des parties qui font saillie au-dessus de la surface des océans. La mer recouvre près des trois quarts de notre planète, et les portions que la masse océanique dérobe à nos yeux ne sont pas moins dignes de notre attention que les autres. Le mode de distribution de ce qu'on pourrait appeler les reliefs négatifs, c'est-à-dire les lignes du maximum de profondeur dans les mers, est d'importance au moins égale à celle des reliefs positifs

ou montagneux ; une formule ne peut être générale qu'à la condition d'embrasser à la fois les uns et les autres.

Sans doute, il y a quelques années, ce programme eût été d'une réalisation impossible ; mais il n'en est plus de même aujourd'hui que les mémorables campagnes du *Challenger*, du *Lightning*, du *Porcupine*, du *Tuscarora* et de la *Gazelle* nous ont apporté, sur le fond des mers, tant de documents précieux. C'est à ces expéditions maritimes, et spécialement à celle du *Challenger*, que nous devons les informations les plus exactes sur la profondeur des océans; essayons d'en tirer quelques résultats généraux.

Dans le Pacifique méridional, les plus grandes profondeurs ne sont pas, comme on pourrait s'y attendre, au milieu du massif océanique. Bien au contraire, on les trouve concentrées au voisinage de la côte américaine, où elles forment un chenal profond, qui constitue en quelque sorte la contre-partie de la saillie des Andes.

Il y a encore une ligne de grandes profondeurs qui longe immédiatement la ligne si bien marquée des îles de la Polynésie ; or cette chaîne d'îles n'est rien autre chose qu'une chaîne de montagnes en majeure partie immergée.

Le même caractère peut être attribué aux îles du Japon, qui, avec les Kuriles, forment une chaîne à demi émergée en avant du continent asiatique ; et c'est justement à peu de distance au large que se rencontrent les profondeurs de huit mille mètres et plus, les plus grandes qu'on ait constatées avec précision dans la partie la plus septentrionale du Pacifique.

L'Atlantique nous offre des circonstances tout à fait analogues. Ses plus grandes profondeurs, qui atteignent sept mille mètres, s'observent tout contre les Antilles, c'est-à-dire qu'elles forment un chenal longeant une ligne de reliefs dont les sommets seuls font saillie au-dessus de l'Océan.

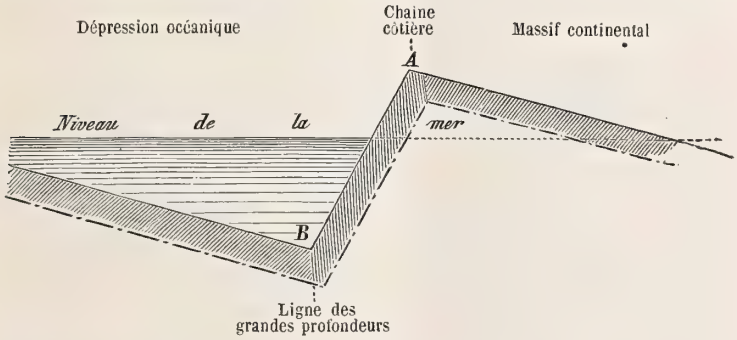
On sait depuis longtemps que, tandis que la mer du Nord n'offre, sur toute son étendue, qu'une profondeur insigni-

fiante, elle présente, tout le long des Monts Scandinaves, un chenal où l'on n'atteint le fond qu'entre deux cents et quatre cents mètres.

Enfin, dans la Méditerranée, la ligne des fonds de trois mille mètres constitue une fosse à contour rectiligne, au pied même de la ligne de bas-fonds qui relie la Sicile à l'Afrique.

Il nous semble donc permis de poser en principe que les grandes profondeurs des mers forment, en général, la contre-partie des lignes de haut relief des continents ; il serait facile, à l'aide de considérations géologiques, d'étendre cette loi au passé. Par suite, on peut tenter d'embrasser, dans une même formule, tout l'ensemble des reliefs du globe, en disant :

Au moment où s'accentue le profil d'une des lignes de relief de la surface terrestre, ce profil comprend une ligne centrale abrupte, se raccordant, à ses deux extrémités,



avec deux lignes faiblement inclinées. Des deux angles ainsi formés, celui qui tourne sa pointe vers l'extérieur constitue la crête d'un relief montagneux, tandis que l'autre forme l'arête d'une dépression marine. De cette manière, au moment où une grande ligne de rivage se constitue, elle est marquée, d'un côté, par une chaîne saillante, origine d'un continent, de l'autre, par une fosse profonde, où la mer se rassemble, la chaîne saillante pouvant d'ailleurs n'être émergée qu'en partie.

Or il nous semble impossible de jeter les yeux sur le diagramme, expression fidèle des faits d'observation que nous venons d'énumérer, sans être frappé de l'analogie qu'il présente avec la disposition que prend nécessairement une enveloppe devenue trop large pour l'objet qu'elle doit recouvrir. Imaginons que la terre se compose d'une écorce relativement mince, entourant un noyau liquide en voie de refroidissement; la contraction de ce noyau obligera l'écorce à se plisser, et il naîtra, de part et d'autre de la ligne où le pli devra se produire, des compressions latérales formant un couple. La composante ascendante de ce couple fera naître une ride saillante, c'est-à-dire une montagne, et la composante plongeante donnera naissance à une dépression marine; suivant le point où ces efforts se produiront, suivant la proportion relative des terres et des mers en cet endroit, la chaîne saillante pourra être totalement ou partiellement immergée.

Peut-on concevoir un argument plus concluant en faveur de la fluidité interne du globe et de l'épaisseur relativement minime de son écorce?

Il est vrai que, par des raisons empruntées à la mécanique et à l'astronomie, des savants distingués ont contesté la fluidité interne du globe; mais leurs arguments reposent sur une série d'hypothèses gratuites relativement à la composition des matières du noyau. Il est évident que les coefficients de compressibilité, de conductibilité, de dilatabilité, déterminés par les expériences de nos physiciens, ne peuvent recevoir ici aucune application utile. Les matières fondues de l'intérieur sont vraisemblablement mélangées, comme nous l'apprennent les phénomènes volcaniques, avec une forte proportion de gaz. C'est un milieu dont nos expériences de laboratoire ne peuvent encore nous donner aucune idée adéquate. En pareil cas, les spéculations des mathématiciens nous paraissent absolument hors de saison. Elles ne sauraient prévaloir contre tant de faits géologiques aujourd'hui démontrés; aussi, à nos yeux, l'argument que

nous venons de développer conserve-t-il toute sa signification.

Ainsi la surface du globe se comporte exactement comme une étoffe mal soutenue, que la diminution de volume de son support oblige à se rider. Dans ce cas, ce n'est pas seulement à la crête des montagnes que les plis doivent se produire, et l'on peut s'attendre à retrouver, sur leur versant le plus doucement incliné, des traces du refoulement latéral qui les a fait naître. C'est en effet ce que l'observation confirme, et, la plupart du temps, le versant continental des chaînes montagneuses nous offre une série de ridements de plus en plus accentués, qui tous sont dissymétriques et tournent leur versant le plus abrupt du côté de la crête littorale.

Par exemple, une coupe dirigée transversalement à l'orientation générale du Jura offre exactement le profil d'une crémaillère inclinée ; partant de la vallée de la Saône, on s'élève doucement jusqu'à une première crête, d'où une chute brusque ramène à un niveau un peu supérieur à celui de la Saône ; une nouvelle ascension modérée conduit à une seconde crête notablement plus élevée que la première, et qui elle-même est séparée, par une dépression dissymétrique, de la crête culminante du Reculet. Cette dernière forme l'arête terminale de la chaîne, qui vient alors plonger, sous les lacs de Genève et de Neufchâtel, par un talus brusque de plus de treize cents mètres de hauteur, sans aucun gradin intermédiaire.

La même dissymétrie régulière , le même profil en crémaillère inclinée nous est offert par une coupe dirigée , du nord au sud , du lac de Constance aux plaines de la Lombardie. Là encore, la crête culminante des Alpes se prépare, en quelque sorte, par deux ridements préliminaires de plus en plus accentués, et dont les versants abrupts sont tournés vers le sud.

Mais ce n'est pas seulement dans les pays de montagnes que cette allure du sol peut être observée. Il est tel pays de

plaines où elle se révèle non moins nettement à qui sait la chercher. Ainsi , quand on fait une coupe du sud-ouest au nord-est, depuis la vallée de la Seine jusqu'à l'Artois, on reconnaît que, abstraction faite des petites vallées d'érosion qui ont interrompu la continuité du sol, les versants inclinés vers la Normandie sont beaucoup moins brusques que ceux qui penchent vers la Picardie. Les grandes vallées, si exactement parallèles, de la région du nord-ouest, marquent les arêtes inférieures d'une série de ridements dissymétriques, et ces ridements trouvent leur expression la mieux caractérisée dans le pays de Bray, où la géologie nous apprend à reconnaître l'effet d'un refoulement énergique , dont la composante ascendante était dirigée du sud-ouest au nord-est.

En un mot, la dissymétrie du profil est la loi dominante des reliefs orographiques du globe. Il n'est pas une chaine de montagnes dont la crête soit située au milieu même du massif et, chose remarquable, le rapport de un à deux est celui qui s'observe le plus fréquemment entre les projections horizontales des deux versants d'une même ride. Ainsi pour les Monts Scandinaves, le Jura, les Pyrénées, l'Himalaya et les chaînes parallèles des Alpes principales.

La surface terrestre porte donc partout l'empreinte d'un refoulement latéral, qui a trouvé dans les montagnes sa suprême expression ; et par là s'expliquent ces compressions et ces dislocations que les couches stratifiées y présentent d'une manière si constante.

Dès lors les montagnes sont bien, comme l'avait pensé Élie de Beaumont, les rides déterminées dans l'écorce terrestre par la contraction du noyau ; et parce qu'elles représentent la partie saillante des rides, dont les dépressions océaniques représentent la partie rentrante, l'expression de *soulèvement*, tant de fois attaquée, trouve une suffisante justification, encore bien que ces soulèvements locaux soient l'effet d'un affaissement général de l'écorce. Ce qui est faux, c'est l'idée d'un soulèvement vertical, déterminé

par l'expansion des fluides internes. Ces derniers ne jouent, en général, dans le phénomène des soulèvements, qu'un rôle purement passif. Tantôt l'écorce, en se déchirant, laisse apercevoir, à travers les terrains sédimentaires qui en occupaient la surface, un noyau granitique depuis longtemps consolidé ; tantôt les déchirures permettent aux matières liquides de s'épancher au dehors ; mais cet épanchement n'est pas la cause du phénomène ; il en est la conséquence. Ce qui domine tout, c'est le refoulement latéral, et sa résolution en une ride soulevée, juxtaposée à un pli déprimé.

La valeur de l'expression simple dans laquelle nous avons cherché à résumer la loi de la disposition des reliefs terrestres s'accroîtra encore, si nous faisons voir qu'elle offre une sorte de cadre naturel autour duquel tous les phénomènes géologiques peuvent être légitimement groupés. C'est à cette démonstration que nous allons maintenant nous attacher.

On sait que la géologie comporte deux ordres de phénomènes parfaitement distincts : d'une part, l'épanchement des roches ignées, qui prennent, en se solidifiant, la texture cristalline ; d'autre part, le dépôt des terrains sédimentaires, formés par des éléments détritiques qui résultent de l'action exercée par la mer et les divers agents atmosphériques sur les portions déjà consolidées de la surface terrestre.

Or revenons au diagramme précédent. Si l'écorce terrestre est flexible en grand, à cause de son peu d'épaisseur relativement à la dimension du rayon du globe, cette écorce n'en est pas moins formée de matières fort peu élastiques, et qui ne peuvent pas céder, sans se rompre au moins en partie, à un énergique effort de plissement. Il est clair que tout l'effort de rupture devra se concentrer surtout dans la partie abrupte du pli, entre A et B. De plus, c'est en arrière de cette partie AB que le liquide interne sera le

plus fortement pressé contre l'enveloppe. On doit donc s'attendre à ce que les cassures et les épanchements de roches éruptives se fassent, de préférence, dans la partie abrupte ou dans son voisinage.

C'est ce que l'observation confirme pleinement. On a depuis longtemps remarqué que les volcans, qui sont la forme actuelle de l'activité interne du globe, sont tous concentrés sur le bord de la mer ou sur les chaînes d'îles. Il n'y a, pour ainsi dire, pas de volcans continentaux. Au contraire, les volcans côtiers ou insulaires forment une ceinture à peu près continue tout autour du Pacifique. Il en existe d'un bout à l'autre de la chaîne des Andes, comme aussi le long des Aléoutiennes, des Kuriles et du Japon. De plus, tandis qu'ils sont rares ou absents sur les côtes plates, comme le littoral atlantique des deux Amériques, ils abondent le long des lignes de relief bien marquées, comme aux Antilles, où ils jalonnent les grands fonds de l'Atlantique, et dans la Polynésie, cette région de chaînes immergées, où tout ce qui fait saillie au-dessus de l'Océan est d'origine volcanique. De même, les volcans d'Europe sont concentrés dans la Méditerranée, qui est la grande ligne de dépression actuelle de l'ancien monde.

Il en a été de même dans le passé. A l'époque où les volcans de l'Auvergne et ceux de la région rhénane étaient en activité, ils se trouvaient, soit au bord de la mer, soit à proximité de grands lacs, attestant une dépression marquée du sol. De même, les épanchements volcaniques des Territoires de l'ouest, dans l'Amérique du nord, se faisaient aux abords de dépressions lacustres dont l'émersion a donné lieu au Grand Bassin du Nevada. C'est ainsi encore que les épanchements d'ophite ont eu lieu au pied de la chaîne pyrénéenne, au moment même de sa formation, tandis que les serpentines du nord de l'Italie sortaient du pied de la chaîne des Alpes.

En résumé, la sortie des roches ignées a eu lieu partout dans le voisinage de la portion abrupte des plissements.

C'est là aussi que se sont concentrées toutes les ondulations et les dislocations des couches. Mais il y a plus ; les phénomènes thermaux et ceux des filons viennent encore se rattacher à la même formule.

En effet, les récentes expériences de M. Daubrée nous ont appris que ce n'est que par des torsions exercées sur une matière solide qu'on y peut reproduire artificiellement des cassures et des joints conjugués semblables à ce que nous offrent les régions riches en filons métallifères. Or l'existence de ces torsions, dans l'écorce du globe, se comprend sans difficulté.

Quand la contraction du noyau va faire naître dans l'enveloppe un nouveau pli, l'effort résultant doit tendre, dans l'origine, à se propager suivant une ligne droite, ou plutôt suivant un grand cercle de la sphère. Mais les ondes rectilignes ainsi déterminées ne pourraient se transmettre sans altération que si l'écorce terrestre était parfaitement homogène. Or il n'en est rien ; des terrains stratifiés de formation récente, et, par suite, demeurés suffisamment plastiques, viennent s'appuyer, ici et là, contre des massifs granitiques ou gneissiques de très ancienne consolidation. En de tels points, l'effort rectiligne de compression subit une déviation qui donne naissance à des torsions ; et voilà comment les champs de fracture, avec leurs mille et une cassures, où circuleront plus tard les eaux chaudes chargées de matières minérales, doivent se produire de préférence, non pas dans les chaînes montagneuses elles-mêmes, mais plutôt au voisinage des massifs très anciennement consolidés, tels que la Saxe et le plateau central de la France.

Le métamorphisme des roches n'est pas moins facile à expliquer dans cette conception. C'est un fait bien constaté que le véritable métamorphisme, celui qui consiste dans la transformation des calcaires en marbres, des argiles en schistes et des grès en psammites, est d'autant plus accusé

que les roches où il se manifeste sont plus visiblement dérangées de leur situation primitive.

Ainsi tel calcaire jurassique de l'Oberland Bernois, exempt de métamorphisme au début, lorsque ses couches sont peu disloquées, devient un marbre caractérisé lorsqu'il est réduit à se plisser sous forme de coins aigus dans le gneiss. C'est donc dans une action mécanique qu'il faut chercher la cause de cette transformation. Là encore, les expériences de M. Daubrée, jointes à celles de M. Tresca, nous en donnent l'explication. Il n'y a pas de roche, si dure qu'elle soit, qu'une pression convenable ne puisse amener à un état voisin de la plasticité. Les molécules ou les feuillets des roches, en glissant ainsi les uns sur les autres, développent une chaleur considérable et, comme l'eau ne fait jamais défaut dans la profondeur, les couches se trouvent, par le seul effet de l'action mécanique, placées dans des conditions qui rappellent celles de la célèbre expérience de Hall. Ainsi le plissement de l'écorce du globe suffit à nous rendre compte de la cristallisation éprouvée, dans certains cas, par des roches d'origine détritique, et la théorie, d'accord avec l'expérience, nous enseigne que cette transformation ne doit être cherchée que là où la compression latérale des couches a pu s'exercer avec une suffisante intensité.

Arrivons maintenant aux phénomènes sédimentaires. Il semble, au premier abord, que rien ne soit plus indépendant de la production des lignes de relief. En quoi les montagnes interviennent-elles dans le jeu régulier des actions qui accumulent les sédiments, ou dans ce changement des conditions physiques qui se traduit par la succession de faunes et de flores distinctes ? Cette intervention est pourtant bien facile à justifier.

En effet, ce qui donne naissance aux sédiments, c'est la désagrégation des parties émergées du globe sous l'influence de la mer et des agents atmosphériques ; mais cette désagrégation, sur un continent donné, ne saurait se prolonger in-

définiment. A la longue, les torrents deviennent des rivières stables et, le long des côtes, la mer finit par se construire, à l'aide des débris mêmes du rivage, une digue de cordons littoraux qu'elle ne franchira plus désormais. En outre, l'expérience des dernières campagnes maritimes, et spécialement de celle du *Challenger*, nous apprend que les dépôts détritiques, formés par l'action combinée des vagues et des fleuves, ne dessinent jamais, autour des continents, qu'une zone étroite, dont la largeur ne dépasse pas trois cents kilomètres.

Par suite, pour que les dépôts sédimentaires ne cessent pas de se former et pour qu'ils arrivent à recouvrir successivement les divers points du globe, il faut que l'équilibre qui tend à se produire soit de temps en temps troublé par un changement dans les relations réciproques de la terre et des eaux. Tel est précisément le rôle du plissement de l'écorce. Il change les rivages des mers, il rend de nouvelles portions des côtes accessibles à l'action destructive des éléments. En même temps, à mesure que naissent les montagnes et que se circonscrivent les bassins océaniques, l'uniformité primitive des conditions physiques à la surface du globe fait place à une variété de mieux en mieux marquée, dont le monde organique subit le contre-coup. Ainsi la succession ininterrompue et la constante diversité des phénomènes de l'ordre sédimentaire se rattachent, non moins étroitement que les phénomènes éruptifs, à la notion simple du plissement de l'écorce terrestre.

Il n'est pas jusqu'aux manifestations de l'activité organique qu'on ne puisse, à bon droit, faire rentrer dans la même formule ; car les polypiers, ces puissants constructeurs de calcaire, n'accumulent de couches importantes qu'à la faveur d'un affaissement continu de leur support, indice certain d'une ride en voie de formation.

En résumé, toutes les inégalités de la surface du globe ont une cause unique et sans cesse agissante, bien qu'elle

doive probablement se manifester par saccades : la contraction du noyau liquide qui perd sa chaleur, d'où dérive, pour l'enveloppe solide, la nécessité de s'adapter sans cesse à la forme nouvelle que réclament les conditions de son équilibre. C'est ainsi que, depuis les premiers âges du globe, les continents se sont formés par des adjonctions successives, qui rendaient leur contour de plus en plus compliqué. La surface des mers a constamment diminué d'étendue ; mais en même temps leur profondeur ne cessait de croître avec la hauteur des continents. De là sont nées ces conditions physiques si diverses où les effets naturels de la latitude se compliquent de mille modifications dues à la nature du sol, à l'altitude, à l'exposition, au voisinage ou à l'éloignement de la mer. Ainsi toutes ces circonstances extérieures, dont la variété donne un si grand charme à notre globe en même temps qu'elle est, pour l'activité humaine, le plus puissant des stimulants, sont contenues en germe dans la loi que nous avons posée.

En terminant, qu'il nous soit permis de faire remarquer qu'en cette matière nous n'avons rien innové. Nous nous sommes borné à préciser, en les justifiant par leur accord avec les observations les plus récentes, des notions qui, depuis longtemps, forment le fonds de l'enseignement géologique en France. Si, dans l'expression donnée à la formule qui concerne les inégalités de la surface du globe, nous pouvons revendiquer un peu plus de rigueur que n'en avaient apporté nos illustres devanciers, du moins, dans les conséquences qu'il nous a paru légitime d'en tirer, nous n'avons fait que nous rattacher aux doctrines que professaient les Élie de Beaumont, les d'Omalius d'Halloy et tant d'autres maîtres éminents. Il nous est doux de rendre cet hommage à leur mémoire et de constater l'appui décisif que les progrès de la science apportent aux conceptions théoriques de ces grands esprits.

A. DE LAPPARENT,
Vice-doyen de la faculté des sciences à l'Université catholique de Paris.

LA COSMOGONIE BIBLIQUE

D'APRÈS LES PÈRES DE L'ÉGLISE (1)

III

LES PÈRES CAPPADOCIENS ET LEURS IMITATEURS.

Les trois illustres Pères de l'Église qu'on a surnommés les trois grands Cappadociens, parce qu'ils étaient originaires de la Cappadoce, saint Grégoire de Nazianze, saint Basile, son ami, et saint Grégoire de Nysse, frère de saint Basile, forment un groupe à part et comme une école particulière dans l'Église d'Orient. Ils tiennent une sorte de milieu entre les Alexandrins et les Syriens. Ils se rattachent par certains liens à l'école d'Alexandrie, spécialement par leur amour pour Origène (2) dont les deux premiers avaient rassemblé les plus beaux morceaux sur la Bible, dans un recueil qui est parvenu jusqu'à nous sous le nom de Philocalie; mais ils ne s'inféodèrent pas aux doctrines de Philon et des Origénistes, et ils préférèrent gé-

(1) Voir la livraison précédente.

(2) Socrate, *Hist. eccl.* l. IV, c. 26; Migne, Patr. gr., t. LXVII, col. 529; Sozomène, *Hist. eccl.* l. VI, c. 17, *ibid.*, col. 1333.

néralement au sens allégorique le sens littéral, comme les écrivains de l'école d'Antioche (1). Le sentiment des trois Pères sur la cosmogonie mosaïque est à peu près le même. Ils conservent le principe de l'allégorisme, mais ils ne croient pas devoir expliquer toute la création d'une manière allégorique ; ils s'affranchissent de la théorie philonienne, et expliquent dans le sens littéral les diverses phases de l'œuvre des six jours.

On peut les considérer comme les principaux défenseurs de l'opinion que nous avons déjà rencontrée dans saint Éphrem, d'après laquelle Dieu créa d'abord la matière première et l'ordonna ensuite pendant les six jours mosaïques. Elle est, à leurs yeux, une sorte de conciliation entre Origène et ceux de ses antagonistes qui répartissaient la création entre les six jours. Ils conservent à la création élémentaire le nom alexandrin de création simultanée ; mais ils voient, comme les défenseurs du sens littéral, des productions réelles, non des allégories, dans les œuvres de chaque jour. Saint Ambroise et saint Grégoire le Grand adoptèrent leur sentiment et le soutinrent dans l'Église latine, ainsi que nous le verrons en son lieu.

Un trait caractéristique des Cappadociens, qui mérite d'être relevé et par lequel ils se rapprochent de l'école d'Alexandrie plus que de celle d'Antioche, c'est la haute es-

(1) S. Basile et S. Grégoire de Nazianze avaient connu à Athènes Diodore de Tarse. S. Basile eut des rapports personnels avec S. Éphrem. Lengerke, *Commentatio de Ephræmo Syro*, p. 4. S. Basile rejeta expressément la méthode allégorique des Pères alexandrins, et il s'en écarta de plus en plus à mesure qu'il avança en âge (quoiqu'il conservât toujours plusieurs de leurs opinions), dans ses Homélies. II, 5 ; III, 9 ; IX, 1. Migne, Patr. gr., t. XXIX, col. 40, 73, 188. « Il en est, dit-il dans ce dernier endroit, qui n'admettent pas le sens vulgaire des Écritures, pour qui l'eau n'est pas de l'eau, mais je ne sais quelle autre nature,... qui dénaturent la création des reptiles et des bêtes sauvages, au profit de leurs allégories, semblables aux interprètes de songes qui expliquent les fantastiques visions des rêves en les faisant tourner à leur but. Pour moi de l'herbe est de l'herbe ; plante, poisson, animal domestique, je prends tout dans le sens littéral. Car je ne rougis point de l'Évangile. T. I, 16. » Trad. Fialon, *Étude sur S. Basile*, p. 490. Cf. p. 291.

time qu'ils professent pour la science. Ils sont épris de l'amour du bien dire, comme saint Jean Chrysostome, et ils rajeunissent la langue grecque, en créant un nouvel idiome où, sous les teintes vives et animées de la Bible, on reconnaît toujours la pureté des lignes attiques (1); on retrouve dans leurs écrits

> Ce langage sonore, aux douceurs souveraines,
> Le plus beau qui soit né sur des lèvres humaines (2),

exprimant des pensées plus hautes que celles de Socrate et de Platon. Mais, mieux que ne devait le faire l'orateur à la bouche d'or, ils sentent tout le prix de la science, ils l'ont étudiée (3) et ils s'en servent pour expliquer et commenter la parole de Dieu. « Le premier des biens, s'écrie saint Grégoire de Nazianze, c'est la science ; et je n'entends pas seulement la nôtre, cette noble science qui dédaigne les ornements et la pompe du langage pour ne s'attacher qu'au salut et à la beauté des biens spirituels ; je parle aussi de la science profane, que tant de chrétiens, bien aveugles sans doute, rejettent comme pleine d'écueils et de dangers, comme éloignant de Dieu. Faut-il mépriser le ciel, la terre et l'air, parce qu'ils ont reçu un culte criminel d'hommes qui, au lieu de Dieu, adoraient l'œuvre de Dieu ?... Ne méprisons pas la science, parce qu'elle déplaît à quelques-uns, et regardons ses ennemis comme des grossiers et des ignorants. Ils voudraient que tout le monde leur ressemblât pour cacher leur ignorance dans celle des autres.... N'avoir que les mœurs ou la science

(1) Fialon, *Étude historique et littéraire sur S. Basile*, 1865, p. 197.

(2) André Chénier.

(3) Pour se rendre compte de la science de S. Basile, voir les notes qu'a jointes M. Fialon à sa traduction de l'*Hexaméron*. *Ibid.*, p. 301 et suiv. et p. 259-268. Voir aussi le discours de S. Grégoire de Nazianze sur S. Basile, d'où est extrait le passage que nous allons citer, en particulier, col. 525. « Dans cette œuvre magnifique, dit M. Fialon (*Hexaméron*, p. 268) Platon, Aristote, Plotin et Origène se donnent la main pour interpréter la cosmogonie mosaïque et en démontrer la vérité. »

toute seule, c'est n'avoir qu'un œil. Mais ceux qui brillent dans les deux à la fois, véritables ambidextres, ceux-là sont les parfaits, et, dès ici-bas, jouissent de la béatitude de l'autre vie (1). »

Saint Grégoire de Nazianze (328 — vers 389) n'a touché à la création qu'en passant, dans ses discours et dans ses poésies. Dans la pièce intitulée *Du monde*, il considère surtout l'acte créateur au point de vue dogmatique et théologique. Il l'entend de la même manière que ses deux amis (2). Cependant, nulle part dans ses écrits, il n'expose

(1) S. Gregor. Naz. *Oratio* XLIII, 10, 12. Migne. Patr. gr., t. XXXVI, col. 508-509. Trad. Fialon, *Etude*, etc., p. 37.— On trouve dans S. Grégoire de Nazianze beaucoup d'autres passages de ce genre, quoiqu'il reconnût, comme ses amis, l'incertitude de la science humaine. Voir entre autres éloges de la science humaine, *ibid.*, 23, col. 525-528 ; *Orat.* VII, 9, t. XXXV, col. 765; *Orat.* XXV, col. 1198 et suiv. ; *Orat.* XXI, 2, *in laudem Athanasii*, col. 1083, où il appelle la science une *déification*, θέωσις. S. Grégoire de Nysse a pour la science la même estime que les deux autres grands Cappadociens. Pour établir la sphéricité de la terre, il allègue l'autorité des savants : Τὸ δὲ σχῆμα τῆς γῆς σφαιροειδὲς ὄν, καθώς φασιν οἱ τὰ τοιαῦτα κατανοήσαντες. Orat. X in Cant., t. XLIV, col. 984. Ces savants sont les stoïciens. Voir Eusèbe, *Præp. Ev.* XV, 56, t. XXI, col. 1400.

(2) Nous lisons dans ce poème, vers 75-76, le passage suivant qu'on pourrait entendre dans le sens de la création simultanée d'Origène, mais il ne faut pas trop prendre à la rigueur des figures poétiques :

Νοῦς ὤδινεν ἅπαντα, ῥάγη δ'εἰς ὕστερον ὠδὶς
Ὥριος.

Migne, Patr. gr., t. XXXVII, col. 421. Comparez d'ailleurs le poème *In laudem virginitatis*, vers 66 et suiv., *ibid.*, col. 527. Dans un de ses discours, il admet d'abord la création de la matière première et puis la mise en œuvre de cette matière : « Tandis que Dieu avait suivi en d'autres choses cette marche, créant d'abord la matière (προὐποστήσας) et la revêtant ensuite de la forme, en donnant à chaque être une figure, des dimensions, etc. » Orat. XLIV, c. 4 ; Migne, Patr. gr. t. XXXVI, col. 609 (Cf. Orat. II, c. 81, t. XXXV, col. 488). Dans ce discours II, non seulement S. Grégoire de Nazianze distingue la création du monde de la forme donnée plus tard à la matière, mais il semble supposer un intervalle indéfini entre la production et l'ordonnance des choses créées. « Tout fut fait, dit-il, au commencement (ὡς τὸ απαρχῆς), quand le monde (tel qu'il est aujourd'hui, κόσμος) n'existait pas encore, quand il n'avait pas ce bel ordre et sa forme actuelle ; alors tout était mêlé et confus, attendant

avec détails la façon dont il comprenait le premier chapitre de la Genèse. En revanche, son ami saint Basile a étudié longuement l'œuvre des six jours.

L'Hexaméron de saint Basile (329-379) est l'œuvre la plus connue que l'antiquité ait produite en ce genre (1). Saint Ambroise, en expliquant lui-même aux fidèles de Milan, l'œuvre créatrice, ne dédaigna pas d'en faire le plus grand usage, et se borna même souvent à traduire son devancier, « avec lequel il avait été uni de cœur, quoique éloigné par la distance (2). » L'œuvre de l'évêque de Césarée exerça également une grande influence sur tous les autres commentateurs qui vinrent après lui.

une main et une puissance ordonnatrice. » — Le cardinal Wiseman dit sur ces paroles : « S. Grégoire de Nazianze, après S. Justin martyr, suppose une période indéfinie entre la création et le premier arrangement régulier de toutes choses. » *Discours sur les rapports entre les sciences et la religion révélée*, discours III, édit. Migne, *Démonst. Évang.* t. XV, col. 160 (Pour S. Justin, voir *Apologia I pro Christianis*, c. X, Migne, Patr. gr. t. VI, col. 340). Le saint docteur se demande, dans la belle description qu'il fait de l'univers, *Orat.* XXVIII, t. XXXVI, col. 64, sur quel fondement repose la terre. Il répond : « sur la volonté de Dieu. » Dans son Discours XLIV, au passage que nous venons de citer, S. Grégoire de Nazianze appelle la lumière primitive ἀσώματον. — Sur sa méthode d'exégèse, tenant le milieu entre les Alexandrins et les Syriens, Cf. Ullmann, *Gregor von Nazianz, der Theologe*, p. 533-539 ; L. Diestel, *Geschichte des Alten Testamentes in der christlichen Kirche*, p. 122. Le plus grand éloge de la science scripturaire de S. Grégoire de Nazianze, c'est que S. Jérôme se glorifie d'avoir appris de lui le véritable sens des Écritures. Voir Benoît, *S. Grégoire de Nazianze, sa vie, ses œuvres*, 1876, p. 467-468.

(1) Voir sur l'idée que se fait S. Basile de la création, Fr. et Paul Böhringer, *Die alte Kirche*, Th. VII, 2e édit. 1875, *Die Lehre von der Schöpfung*, p. 90 et suiv. ; Zöckler, *Geschichte der Beziehungen zwischen Wissenschaft und Theologie*, t. I, p. 186 et suiv.

(2) S. Bas. *Epist.* CXCVII *ad Ambros.* Patr. gr., t. XXXII, col. 709. S. Grégoire de Nazianze dit que l'*Hexaméron* de S. Basile nous apprend à admirer le sublime auteur de toutes choses ; *Orat.* XLIII *in Bas.*, n° 67, t. XXXVI, col. 585 ; S. Grégoire de Nysse place le livre de son frère à côté de celui de Moïse, *Hexaem.*, *Proœm.*, t. XLIV, col. 61. Cf. Photius, affirmant que la lecture de ce livre, dont le style coule aussi légèrement qu'un ruisseau au sortir de sa source, peut dispenser les jeunes orateurs de lire Platon et Démosthène. *Codex* CXLI, Patr. gr., t. CIII, col. 420-421.

Elle se compose de neuf homélies qui sont tout à la fois exégétiques et pratiques, unissant les leçons morales à l'explication du texte sacré et le mérite du style à l'étendue de la science et à la sureté de la doctrine. Toutes ces qualités, et, en particulier, les belles descriptions dont elles sont remplies (1) et qui font penser au *Traité de l'existence de Dieu* de Fénelon, leur ont assuré, dans tous les temps, un grand nombre de lecteurs.

Césarée, où prêchait saint Basile, était la métropole des arts et des lettres, dit saint Grégoire de Nazianze (2). La question de l'origine des choses, en particulier, y passionnait les esprits, à cause des progrès du manichéisme et à cause aussi des attaques de l'empereur Julien qui, dans sa défense du paganisme, prétendait montrer la supériorité de la cosmogonie de Platon sur celle de Moïse (3).

Dès le commencement de l'Hexaméron de saint Basile, nous trouvons une sorte de conciliation de l'opinion alexandrine de la création simultanée avec l'opinion syrienne de la distinction des six jours cosmogoniques : Dieu a créé au commencement, d'un seul coup, la matière première, et il a ensuite, selon l'ordre des jours cosmogoniques, fait ap-

(1) Un contemporain de S. Basile, qui se rattache à l'école de Syrie, S. Cyrille de Jérusalem (315-386) a fait aussi de la création une belle description, sobre et pleine d'observations justes et sagaces, dans sa Catéchèse IX. Migne, Patr. gr., t. XXXIII, col. 641-656. A cause du sujet et de la manière dont il est traité, on a souvent attribué ce discours à S. Basile. Voir *ibid. Prœloquium*, col. 635. Nous n'avons aucun trait particulier à relever dans la Catéchèse IX. Dans les autres Catéchèses, nous pouvons noter les deux points suivants. Catéchèse III, col. 433, S. Cyrille dit que l'eau est le principe du monde, ἀρχὴ τοῦ κόσμου τὸ ὕδωρ ; et Cat. XIV, col. 836, que le monde a été créé au mois de xantique, c'est-à-dire, au mois de Nisan des Hébreux, au printemps. Il en donne pour preuve Gen. I, 11 : *que la terre produise de l'herbe*, etc. Nous avons dit plus haut, p. 587, que c'était là l'opinion de l'école exégétique de Syrie.

(2) Orat. XLIII *in Bas.* n. 13, t. XXXVI, 105-512. S. Basile et S. Grégoire de Nazianze avaient étudié d'abord dans les écoles de Césarée. Voir Benoît *S. Grégoire de Nazianze*, p. 31.

(3) Voir le passage de Julien cité par S. Cyrille d'Alexandrie, *Cont. Jul.* l. II, Patr. gr. t. LXXVI, col. 576.

paraître successivement la lumière, les plantes, les astres et les animaux. La création simultanée de la matière est clairement indiquée dans le passage suivant (1) : « C'est sans doute (τάχα) parce que l'œuvre de la création a été accomplie en un instant et sans temps, dit-il (2), qu'il est écrit : Au commencement (Dieu) créa, parce que le commencement est quelque chose d'indivisible et sans dimensions. De même que le commencement du chemin n'est pas le chemin lui-même, ni le commencement de la maison la maison même, de même le commencement du temps n'est pas le temps ni une partie minime du temps. Et si quelque esprit difficile prétend que le commencement est un temps, je lui répondrai qu'il doit savoir que le temps se divise en diverses parties, le commencement, le milieu et la fin, et qu'il serait ridicule de distinguer le commencement du commencement. Celui qui divise le commencement en fait deux au lieu d'un, ou plutôt un nombre indéfini, car il pourra continuer sa division sans jamais s'arrêter. C'est donc pour nous apprendre que le monde a été créé tout à la fois, sans temps (3), par la volonté de Dieu, qu'il est dit : Au commencement il créa. C'est ce que d'autres traducteurs, rendant plus clairement le sens, ont exprimé ainsi : Dieu créa som-

(1) Dom Garnier, le savant éditeur bénédictin des œuvres de S. Basile, dit à ce sujet, dans sa préface, nº 21 : « Dixerim Athanasii opinionem et aliorum satis Basilio probari, imo vero ipsam, quantum conjicere licet, ei alia videri probabiliorem. Qua de re dubitaturum puto neminem, qui secum paulo attentius reputaverit illud Basilii » et il cite ici une partie du passage que nous allons rapporter ; puis il conclut : « Basilius dum interpretationem eorum, qui vertere ἐν κεφαλαίῳ, laudat uti dilucidiorem, et dum illud ἐν κεφαλαίῳ, sic accipi vult ut significet « confestim et in brevi, » aperte, opinor, indicat se non ita multum ab Origenis opinione abhorrere. Attamen vir prudentissimus nihil in re dubia asseveranter dictum voluit, sed tutius duxit assensionem cohibere. » Migne Patr. gr. t. XXIX, p. CLXXXVI. Il faut d'ailleurs corriger ce qu'auraient d'excessif les expressions de dom Garnier par celles de dom Maran, *Præf. in qua de pluribus rebus ad doctrinam S. Basilii pertinentibus disseritur*, § V., nº 2, t. XXXII, col. 41-42.

(2) Διὰ τὸ ἀκαραῖον καὶ ἄχρονον.

(3) Ὁμοῦ... ἀχρόνως.

mairement, c'est-à-dire, tout à la fois et brièvement (1). »

Un peu plus loin, le saint docteur expliquant les mots : Au commencement Dieu créa *le ciel et la terre*, dit expressément : « En nommant ainsi les deux extrêmes, le texte désigne toute la substance de tout l'univers... S'il existe des intermédiaires, ils sont assurément renfermés dans ces limites. Quoiqu'il ne parle donc point des autres éléments, du feu, de l'air, nous devons les considérer comme contenus dans le tout (2). »

Les éléments du monde ainsi créés primitivement étaient à l'état de chaos. Le chaos était une masse informe et ténébreuse, parce que les eaux pénétraient et enveloppaient le monde. « Les ténèbres qui planaient sur l'abîme étaient produites par l'accumulation des vapeurs humides; répandues autour du globe terrestre, elles augmentaient sans cesse la densité de l'atmosphère et empêchaient la lumière de pénétrer (3). »

(1) Ἐν κεφαλαίῳ ἐποίησεν ὁ θεὸς, τουτέστιν, ἀθρόως καὶ ἐν ὀλίγῳ. Hom. I, *in Hexaem.*, 6. Migne, Patr. gr. t. XIX, col. 16-17. Cf. Hom. II, 3, col. 36. Nous avons déjà vu, p. 582, le mot ἀθρόως employé pour désigner la création simultanée. — La traduction du 1er verset de la Genèse que rapporte en dernier lieu S. Basile est celle d'Aquila. S. Ambroise s'est approprié ce passage de l'évêque de Césarée et il le traduit ainsi dans son Hexaméron, l. I, c. IV, n° 16 : « Denique alii dixerunt, ἐν κεφαλαίῳ, quasi in capite, quo significatur, in brevi et in exiguo momento, summa operationis impleta. » Migne, Patr. lat. t. XIV, col. 130. Voir aussi S. Augustin, *De Genesi ad litt.* IV, 33, dont nous parlerons plus loin. Il est bon de remarquer que S. Basile qui avait recueilli avec son ami S. Grégoire, dans la *Philocalie*, les passages d'Origène qui leur avaient paru les plus remarquables sur l'Écriture sainte y avait inséré son opinion sur la création simultanée. *De principiis*, rapporté plus haut, p. 578. *Philocalie*, c. I, p. 12.

(2) *Hom. I in Hexaem.* 7. ibid., col. 20. Il est bon de noter que S. Basile, en disant que les éléments furent créés avec le ciel et la terre, n'y renferme pas nominalement les plantes et les animaux, comme le fit plus tard S. Grégoire de Nysse, son frère, ainsi que nous allons le voir bientôt.

(3) Cruice, *Essai critique sur l'Hexaméron de S. Basile*, explique en ces termes la pensée du saint docteur, p. 50-51. Voir S. Bas. Hom. IX *in Hexaem.*, IV, col. 37. Cette opinion était empruntée pour le fond aux stoïciens qui, faisant dériver χάος de χύσις, pensaient que le monde n'avait été primitivement qu'un vaste assemblage d'éléments liquides. Philon, *De mundi incorruptib.* p. 941. Cf. Petau, *De sex dierum opificio*, l. I, c. IV, t. IV, p. 247.

Une fois la matière première créée, Dieu produit avec ordre les diverses parties du monde, selon la série des jours génésiaques. Saint Basile n'exprime pas cette distinction aussi nettement que nous venons de le faire, mais elle ressort incontestablement de son exposition; car, dans ses homélies, tous les jours de la création sont différents et ne se confondent nullement entre eux. Il dit même formellement que les jours génésiaques sont de vingt-quatre heures (1), quoiqu'il semble avoir comme le pressentiment d'une explication plus large en exprimant la pensée que tous les jours sont des jours, mais non d'égale longueur.

Saint Basile croit, à la suite d'Origène et de la plupart des commentateurs antérieurs, qu'il y a une raison mystérieuse dans l'expression *dies unus* au lieu de *dies primus* (2), et il dit que cette expression est employée pour désigner le premier des jours, afin de marquer sa proche parenté avec l'éternité. « *Et du soir et du matin se fit un jour*. Pourquoi

(1) *Hom. II in Hexaem.*, 8, ibid., col. 49. Quoique S. Basile ne le dise pas expressément, il suppose que le ciel et la terre avec leur forme et les quatre éléments furent créés avant les six jours génésiaques. *Hom. II in Hexaem.*, 8, col. 48 ; Hom. III, 1, col. 52. Bossuet n'a fait au fond que reproduire la pensée de S. Basile et de ses imitateurs, quand il dit dans ses *Élévations :* « La création du ciel et de la terre et de toute cette masse informe que nous avons vue dans les premières paroles de Moïse, a précédé les six jours qui ne commencent qu'à la création de la lumière. Dieu a voulu faire et marquer l'ébauche de son ouvrage, avant que d'en montrer la perfection, et après avoir fait comme le fonds du monde, il en a voulu faire l'ornement avec ses différents progrès, qu'il a voulu appeler six jours. » (5e *Élév.* 3e *sem.*)

(2) Gen. I, 5. Les Septante ont traduit le mot hébreu ÈḤAD, par μία au lieu de πρώτη qu'ils auraient dû mettre. Le respect qu'avaient les Pères pour les moindres mots de la Bible les porta à croire qu'il y avait dans ce μία quelque secret caché. S. Éphrem, qui voyait, par la traduction syriaque de la Bible, que le premier jour était réellement appelé *premier*, non *un*, ne s'est pas arrêté là-dessus, mais il n'en a pas été de même pour les écrivains grecs. Déjà Philon avait attiré l'attention sur ce mot, *De mundi opificio*, p. 3, Cf. S. Greg. Nyss. *Hexaem.* Patr. gr. t. XLIV, col. 85; S. J. Chrys. *Hom. III in Gen.*, n. 3, t. LIII, col. 35; S. Ambr. *Hexaem.* l. I, c. X, n° 37, cf. n°38 et l. III, c. II, n° 8. Migne, Patr. lat. t. XIV, col. 144, 159; S. Cæsar. Greg. fr. *Dialog.* III, Interr. 115, Patr. gr. t. XXXVIII, col. 997; S. Hippol. *Fragm. in Gen.*, Patr. gr., t. X, col. 585.

l'Écriture ne dit-elle pas *le premier jour* mais *un jour?* Devant nous parler du deuxième, du troisième et du quatrième jour, n'était-il pas plus naturel qu'elle appelât *premier* celui qui commence la série? Si elle dit *un jour*, c'est qu'elle veut déterminer la mesure du jour et de la nuit et réunir le temps qu'ils comprennent. Or, vingt-quatre heures remplissent l'espace d'un jour, entendons du jour et de la nuit; et si, à l'époque des solstices, ils n'ont pas tous deux une égale étendue, le temps marqué par l'Écriture n'en circonscrit pas moins toute la durée. C'est comme si elle disait : vingt-quatre heures mesurent l'espace d'un jour, ou bien un jour c'est le temps que le ciel, parti d'un signe, met à y revenir. Ainsi toutes les fois que, dans la révolution du soleil, le soir et le matin s'emparent du monde, leur succession périodique ne dépasse jamais l'espace d'un jour.

» Faut-il plutôt en croire une raison mystérieuse? Dieu, qui fit la nature du temps, l'a mesuré et déterminé par les intervalles des jours; et, voulant lui donner la semaine pour mesure, il a ordonné à la semaine de rouler sans cesse sur elle-même pour compter les mouvements du temps, formant la semaine d'un jour tournant sept fois sur lui-même : véritable cercle qui est à lui-même son commencement et sa fin. Tel est aussi le caractère de l'éternité de tourner sur elle-même et de n'avoir jamais de fin. Si donc le commencement du temps est appelé *un jour* plutôt que *premier jour*, c'est que, par ce nom, l'Écriture veut établir sa parenté avec l'éternité. Il était, en effet, convenable et naturel d'appeler *un* ce jour dont le caractère est d'être entièrement isolé et séparé de tous les autres. Que si l'Écriture nous parle de plusieurs éternités, en disant partout : *Dans l'éternité de l'éternité, dans les éternités des éternités*, on ne la voit pas énumérer une première, une deuxième, une troisième éternité. Elle veut plutôt distinguer des états divers et des actes différents que nous montrer des révolutions, des fins et des successions d'éternités. *Le jour du Seigneur*, dit-elle, *est grand*

et illustre (Joel; II, 11); et ailleurs: *Pourquoi chercher le jour du Seigneur ? Ce jour est celui des ténèbres et non de la lumière* (Amos, V, 18), jour de ténèbres pour ceux qui sont dignes de ténèbres. Non, ce jour sans soir, sans succession et sans fin n'est pas inconnu à l'Écriture, et c'est lui que le Psalmiste appelle le huitième jour, parce qu'il est en dehors des semaines de ce temps (Ps. VI, 1). Ainsi, appelle-le jour, appelle-le éternité : tu exprimes la même idée. Donnes-tu à cet état le nom de jour : il n'y en a point plusieurs. il n'y en a qu'un. L'appelles-tu éternité : elle est seule encore (1). »

L'illustre docteur de l'Église grecque a donc entrevu ou soupçonné qu'il y avait dans l'Écriture des jours plus longs que ceux que mesurent un lever et un coucher de soleil, mais ce n'est qu'un éclair fugitif, et il était réservé à notre époque de découvrir clairement le vrai sens des jours cosmogoniques (2).

Il explique la distinction des trois jours cosmogoniques, qui ont précédé la création du soleil, de la manière suivante : « Le jour est produit actuellement, depuis la création du soleil, par l'air qu'illumine le soleil, tandis qu'il luit dans l'hémisphère, au-dessus de la terre, et la nuit par l'ombre qui couvre la terre, quand le soleil se cache ; mais alors le jour et la nuit se succédaient, non pas en vertu du mouvement du soleil, mais au moyen de la diffusion ou de la disparition de la lumière primitive, selon la mesure réglée par Dieu (3). »

(1) Hom. II. in Hexaem. 8 (fin). Traduction de M. Fialon, *Étude historique et littéraire sur S. Basile, suivie de l'Hexaméron, traduit en français*, Paris. 1865. p. 345-351. Voir le texte, Migne, Patr. gr. t. XXIX, col. 49 et 52.

(2) Zöckler, *Geschichte der Beziechungen zwischen theologie und Naturwissenschaft*, t. I, p. 188.

(3) Τότε δὲ οὐ κατὰ κίνησιν ἡλιακὴν, ἀναχεομένου τοῦ πρωτογόνου φωτὸς ἐκείνου καὶ πάλιν συστελλομένου κατὰ τὸ ὁρισθὲν μέτρον παρὰ Θεοῦ. *Hom. II in Hexaem.* 8, Ibid., col. 48. Cette explication fut adoptée plus tard par S. Jean Damascène et par d'autres auteurs grecs. S. Augustin la combat, *De Gen. ad. litt.* l. I, c. XVI, n° 30-31. *Opera*, édit. Gaume, col. 216.

Quant aux eaux supérieures dont parle Moïse, saint Basile dit qu'elles ne sont pas autre chose que les nuages ou les vapeurs qui s'élèvent de la mer et des fleuves et retombent en pluie sur la terre (1).

Saint Basile n'admet pas que le ciel soit de cristal, se séparant avec raison de l'opinion d'un grand nombre d'anciens (2).

En ce qui concerne la configuration de la terre, l'Esprit-Saint ne nous la fait point connaître. « Ceux qui ont écrit sur le monde, dit-il, ont eu beau discuter sur la forme de la terre. Qu'elle soit sphérique ou cylindrique, qu'elle ressemble à un disque et soit de toutes parts parfaitement arrondie ou qu'elle ait la forme d'un van et soit creuse par le milieu, toutes conjectures imaginées par les faiseurs de systèmes, chacun d'eux renversant celui de son devancier, on ne m'amènera pas à faire moins de cas de notre création du monde. Et pourtant le serviteur de Dieu, Moïse, s'est tu sur la figure du monde ; il n'a pas dit que la terre a cent quatre-vingt mille stades de circonférence ; il n'a pas mesuré dans quelle étendue de l'air son ombre se projette pendant que le soleil tourne au-dessus d'elle, ni comment cette ombre, en se portant sur la lune, produit les éclipses. Tout ce qui est sans importance pour nous, il l'a passé sous silence comme inutile (3). »

(1) *Hom. III in Hexaem.* 7, col. 69.

(2) Empédocle, vers 470 av. J.-C. ; Plutarque, *Philosophorum placita*, 9, p. 518, édit. Reiske ; Josèphe, *Ant. jud.* l. I., Sévérien de Gabales, *Orat. II de Creat. mundi*, n. 3, t. LVI, col. 442 ; Theodor. Cyr. *Quæst. in Gen.* Interr. XI, t. LXXX, col. 91 ; S. Ambroise *Hexaem.* l. I, c. VIII, n° 28, t. XIV, col. 138 dit : *cœlum ut fumus solidatum*. Cf. Petau, l. I, c. 10, *De opificio mundi*, t. IV, p. 272. S. Basile admet cependant un ciel *solide*, attachant au mot grec employé par les Septante pour désigner le firmament, στερέωμα une valeur étymologique qu'il n'a point. *Hom. III in Hex.*, n° 4, t. XXIX, col. 60-61. S. Grégoire de Nysse rectifie son frère sur ce point. *Hexaem.* t. XLIV, col. 80-81.

(3) Hom. IX, 1, col. 188-189 ; trad. Fialon, *Étude sur S. Basile*, p. 491. — Voici les systèmes auxquels S. Basile fait allusion : « Thalès et les Stoïques et ceux de leur escole tienent que la terre est ronde comme une boule ; Anaximander qu'elle est semblable à une pierre en forme de colonne ; Anaxi-

Les passages où l'Écriture parle des fondements de la terre ne sont que des métaphores (1) : la terre ne repose sur aucun appui :

« Ce n'est pas une couche d'air qui porte le monde, ou bien il faudra expliquer pourquoi une substance si déliée ne s'affaisse pas sous le fardeau de cette masse énorme. Même difficulté si l'on prétend que la terre repose sur les eaux comme un vaisseau sur la mer. Si l'on cherche une base ou une colonne quelconque pour porter le monde, il en faudra chercher une seconde pour étayer la première, puis une troisième, et de même à l'infini, où l'on devra placer des fondements de plus en plus puissants pour maintenir l'immense échafaudage (2). »

Aristote, qui rapporte toutes ces opinions, nous apprend qu'elles avaient été soutenues, la première par Anaximandre, Anaximène et Démocrite ; la seconde par Thalès de Milet, qui pensait que la terre était étendue sur l'eau et nageait comme du bois, la troisième par Xénophane de Colophon qui disait que la terre n'a pas de fond et que ses racines s'étendent à l'infini (3). Saint Basile juge avec

ménès, qu'elle est plate comme une table ; Leucippus, qu'elle a la forme d'un tambourin ; Démocritus, qu'elle est plate comme un bassin mais creuse par dessous. » Plutarque, *Opinions des philosophes*, III, 10 ; trad. Amyot. « La terre a de toute nécessité la forme d'une sphère, dit Aristote, *De Cœlo*, II, 14... Il est clair qu'un corps dont les extrémités se portent également de toutes parts vers le centre, formera nécessairement une masse semblable de tout point. »

Est igitur tellus mediam sortita cavernam
Aeris, et toto pariter suspensa profundo ;
Nec patulas distenta plagas, sed condita in orbem
Undique surgentem pariter, pariterque cadentem.

Manlius, *Astron.* I.

(1) *Hom. IV in Hexaem.* 1, col. 80 ; *Hom I*, 8-9, col. 21-24. Cf. *Comm. in Is.* XIII, 270, Migne, Patr. gr. t. XXX, col. 592-593 et Fialon, *Étude sur S. Basile*, p. 266.

(2) *Hom. I in Hexaem.* 8, col. 21. Traduct. Cruice, *Essai critique sur l'Hexaméron de S. Basile*, p. 52-53. Cf. Fialon, *Étude historique et littéraire sur S. Basile*, p. 319.

(3) Aristote, *De Cœlo*, l, II, c. 13. S. Basile a emprunté la plupart de ses renseignements scientifiques à Aristote. Voir Cruice, *Essai*, p. 54-55, 66, 72-74 ; sur Thalès, Renouvier, *Manuel de philosophie ancienne*, t. I, p. 98.

raison qu'aucune de ces explications n'est satisfaisante.

Il considère l'éther comme une substance légère et diaphane. Il soutient que la lumière est indépendante de l'astre qui nous éclaire et que son apparition a précédé la naissance du soleil et des étoiles. Le soleil n'est que le véhicule de la lumière primitive (1).

C'est le dernier trait que nous relèverons dans l'œuvre de l'évêque de Césarée.

« L'Hexaméron de saint Basile contient un résumé de tout ce qu'on savait de son temps en fait d'astronomie, de physique et d'histoire naturelle... Pendant son séjour à Athènes, saint Basile s'était livré avec ardeur à l'étude de toutes les sciences... Il avait comparé les systèmes cosmogoniques des diverses écoles de philosophie. Les livres d'Aristote et d'Élien lui étaient familiers... Aucun Père de l'Église, au IVe siècle, n'est aussi savant que lui. (Si) l'exposition scientifique de l'évêque de Césarée se ressent du peu de progrès qu'avaient fait l'astronomie, la physique, l'histoire naturelle, à une époque où l'on employait beaucoup plus le raisonnement que l'observation pour expliquer l'origine et la nature des choses,... au lieu de s'étonner, il faut louer l'étendue de son érudition... Il possédait toutes les connaissances qu'on est en droit d'exiger du théologien qui entreprend d'ajouter à une explication religieuse du récit de Moïse une explication scientifique (2). »

Le plus jeune frère de saint Basile, saint Grégoire de Nysse (vers 332 — vers 396 ou 400) composa un commentaire de l'œuvre des six jours, à la prière de son autre frère, Pierre, évêque de Sébaste, afin de défendre et d'expliquer cer-

(1) Τὸ ἡλιακὸν τοῦτο σῶμα ὄχημα εἶναι τῷ πρωτογόνῳ ἐκείνῳ φωτί. Hom. VI, n° 2, col. 121. Cf. S. Justin, Opera spuria, *Expositio rectæ confessionis* n° 12, VI, col. 1229, Archelaus, Routh, *Reliquiæ sacræ*, t. IV, p. 191. Theodoret. *Quæst. in Octat.* Interr. VII, t. LXXX, col. 88 ; S. Cæsarii Gregorii fratris *Dialog.* I, Int. XCIII, t. XXXVIII, col. 957 ; etc. Voir Cruice, *Essai critique sur l'Hexam.* p. 69-70.

(2) L'abbé Bayle, *S. Basile, archevêque de Césarée*, 1878, p. 398, 400-401.

tains passages de l'*Hexaméron* de l'évêque de Césarée. Saint Grégoire de Nysse, inférieur à son frère saint Basile par la doctrine et à son ami saint Grégoire de Nazianze par l'éloquence, les surpasse tous les deux par la méthode scientifique qu'il apporte dans l'étude des grands problèmes théologiques et philosophiques, et ce n'est pas sans raison qu'après Origène on l'a placé au premier rang des auteurs ecclésiastiques grecs pour la fécondité et l'originalité des vues (1). Il parle de son propre Hexaméron avec la plus grande modestie, mais cet ouvrage contient en réalité des observations et des passages très remarquables et mérite d'être lu tout au long par les savants.

Saint Grégoire accepte plus expressément encore que son frère l'opinion alexandrine de la création simultanée ; il la soutient fortement, mais il la restreint dans la mesure convenable et rejette l'allégorisme d'Origène. « Celui qui peut tout, dit-il, a produit à la fois (ὁμοῦ), par sa volonté sage et puissante, toutes les choses dont se compose la matière... Au lieu de dire que Dieu a fait en même temps (ἀθρόως) tout ce qui est, (Moïse) dit qu'il a fait « sommairement » ou « au commencement » le ciel et la terre. Le sens de ces deux mots est le même ; au commencement et sommairement signifient l'un et l'autre simultanément (ἀθρόον). Il montre par « sommairement » que tout a été fait d'un coup et à la fois (συλληβδὴν) et par « au commencement » que tout a été fait en un instant et sans aucun intervalle de temps (τὸ ἀκαρές τε καὶ ἀδιάστατον). Car le mot commencement ne permet pas de concevoir d'intervalle. Comme le point est le commencement de la ligne, l'atome celui de la matière, ainsi l'instant est celui du temps. Moïse appelle donc commencement ou somme de tout ce qui existe, la production simultanée (ἀθρόα) de tous les êtres par la puissance ineffable de Dieu... Quand il dit par conséquent que le monde a été créé au commencement, il

(1) Alzog, *Patrologie*, trad. Belet, 1877, p. 386.

indique par là même la création de toutes les causes, de tous les principes et de toutes les forces (δυνάμεις), tout d'un coup, en un instant (συλλήβδην... ἐν ἀκαρεῖ); au premier mouvement de la volonté de Dieu, tout exista : la substance de tous les êtres, le ciel, l'éther, les astres, le feu, l'air, la mer, la terre, les animaux, les plantes (1). »

Après avoir décrit si clairement la création simultanée, saint Grégoire de Nysse explique la distinction des jours par la nécessité où était Moïse de mettre de l'ordre dans son récit. Il a soin d'ailleurs de remarquer plus loin et en récapitulant ce qu'il a déjà dit, que Dieu, dans cette création simultanée (ἀθρόον) de tous les êtres, en a créé comme les semences et les germes, mais ne les a pas produits chacun en particulier. Les créatures individuelles ont été produites dans les six jours (2).

Ce que dit saint Grégoire de Nysse du ciel, qui n'est pas un corps solide, de la constitution de l'air, des nuages et des vapeurs, du *circulus* établi dans la nature, dans laquelle tout se transforme et rien ne se perd, etc. (3) est digne d'attention.

A l'explication de son frère sur la manière dont la lumière primitive forma les trois premiers jours par une

(1) S. Gregor. Nyss. *in Hexaemeron liber*, Migne, Patr. gr. t. XLIV, col. 69 et 72. M. Zöckler nie, malgré la force de ce passage, que l'évêque de Nysse ait soutenu la création simultanée, *Geschichte der Beziehungen zwischen Wissenschaft und Theologie*, t. I, p. 198. C'est à tort. Dom Garnier, l'éditeur bénédictin de S. Basile, dit en parlant de la création simultanée : « Gregorius Nyssenus ita perspicue loquitur ut dubitari non possit quin sit opinionem eamdem amplexus. » Migne, Patr. gr. t. XXIX, p. CLXXXV. Cf. Böhringer, *Die alte Kirche*, 2e édit., t. VIII, 1876, p. 57-58. S. Grégoire de Nysse défend, du reste, le sens littéral, *In Hexaem.* passim et surtout col. 120.

(2) Τῇ μὲν δυνάμει τὰ πάντα ἦν ἐν πρώτῃ τοῦ Θεοῦ περὶ τὴν κτίσιν ὁρμῇ, οἱονεὶ σπερματικῆς τινος δυνάμεως πρὸς τὴν τοῦ παντὸς γένεσιν καταβληθείσης, ἐνεργείᾳ δὲ τὰ καθ'ἕκαστον οὔπω ἦν. Ibid. col. 77. Voir aussi col. 120.

(3) Voir surtout col. 108. L'idée que rien ne périt dans le monde, mais que les choses changent seulement de forme, est une idée pythagoricienne. Lyell *Principes de géologie*, trad. Ginestou, t. 1, p. 21.

émission et une contraction successives de ses rayons, il substitue l'hypothèse de la rotation de cette lumière primitive autour de la terre (1) et il suppose que c'est de cette matière lumineuse que Dieu a formé, le quatrième jour, le soleil et tous les astres.

Le passage peut-être le plus remarquable de l'Hexaméron de saint Grégoire de Nysse est celui dans lequel il expose l'œuvre du quatrième jour, celle de la création des astres. On croirait presque entendre parler un savant moderne, et la manière dont il explique la formation des corps célestes rappelle l'expérience célèbre par laquelle M. Plateau a cherché à démontrer le système de Laplace sur l'origine du monde solaire (2).

La lumière, dit-il, exista dès le premier jour comme l'enseigne Moïse, mais les astres ne furent formés que le quatrième jour, parce que c'est alors seulement que fut achevé le travail de condensation qui en fit des corps distincts. « Le grand Moïse n'est pas inconséquent, dans sa description de l'origine du monde, quand il dit que tout fut créé d'abord simultanément, quant à la matière (première), mais que les corps particuliers et distincts qui composent l'univers ne furent achevés que dans un certain ordre et après un certain temps, dans l'intervalle qu'il assigne (c'est-à-dire dans une durée de trois jours). » De là à réclamer pour la condensation et la formation des corps lumineux qu'il a décrites au long, une durée plus considé-

(1) *Hexaem.*, t. XLIV, col. 117.

(2) Zöckler, *Geschichte der Beziehungen zwischen Theologie und Naturwissenschaft*, t. I, p. 200, 143. — S. Grégoire de Nysse dit que Dieu seul sait comment la substance lumineuse possède un pouvoir éclairant; ibid., col. 76. Sévérien de Gabales parle de même, *De mundi creat. Orat.* I, n. 6, t. LVI, col. 436), mais il cherche à se rendre compte de la disposition des divers éléments du monde. L'expérience de M. Plateau va plus loin; elle prouve que toute masse fluide tend par elle-même à prendre la forme sphérique. Voir l'expérience de la sphère d'huile dans un mélange d'alcool et d'eau formant un liquide de densité égale. Cf. Jean d'Estienne, *Comment s'est formé l'univers*, *Revue des questions scientifiques*, juillet 1877, t. II, p. 34.

rable que l'espace de trois jours de 24 heures, la distance à franchir n'était pas grande, mais les sciences étaient encore trop peu avancées au IVe siècle pour que saint Grégoire de Nysse, malgré la pénétration de son esprit, pût avoir une telle intuition. Du moins en expliquant comme il l'a fait l'origine des corps célestes, il a montré combien les théories modernes peuvent s'accorder aisément avec le texte sacré et il a laissé aux exégètes venus plusieurs siècles après lui le soin de compléter seulement ses vues à ce sujet.

« Tout d'abord, continue-t-il, la lumière avait paru répandue partout (ἀθρόον), maintenant elle se manifeste dans des corps lumineux distincts, du nombre desquels sont le soleil et la lune. Les liquides, quoiqu'ils soient tous fluides, ne sont pas tous de même espèce, mais diffèrent par certaines propriétés les uns des autres, comme on peut en faire l'expérience par un mélange d'huile, de vif-argent et d'eau. Si l'on verse tous ces liquides ensemble dans un même vase, bientôt après, on observe que, quoique les trois aient été un moment mélangés, le vif-argent, à cause de sa densité plus grande, descend tout entier au fond du vase; l'eau s'accumule au-dessus de lui, et enfin les gouttes d'huile surnagent au-dessus des deux autres liquides. Je crois qu'on peut conjecturer que les choses se sont passées d'une manière analogue dans la question qui nous occupe (1), » c'est-à-dire dans la formation des corps célestes. Le docteur du IVe siècle est hors d'état de faire une application juste de sa comparaison ; mais un tel langage, sous la plume d'un des Pères de l'Église les plus célèbres par sa doctrine et par sa sainteté, nous prouve, comme l'exemple de plusieurs autres écrivains ecclésiastiques des premiers temps, que l'on a toujours pensé qu'il appartenait à la science et aux savants d'interpréter selon les données de la science la cosmogonie biblique.

(1) *In Hexaemeron liber*. Ibid., col. 120.

Nous rencontrons dans les œuvres de saint Denis l'Aréopagite une explication de l'origine du soleil qui rappelle celle de saint Grégoire de Nysse (1) : « La lumière (du soleil) dit-il, est cette lumière dont parle le divin Moïse, laquelle distingua la première triade de nos jours, quoiqu'elle n'eût pas encore reçu sa forme (de soleil) (2). » Nous verrons plus tard que le vénérable Bède adopta aussi, en Occident, cette explication qui devint dominante au moyen-âge.

Procope de Gaza, qui florissait au VIe siècle, a adopté, par rapport au mode de la création, l'opinion de l'école d'Alexandrie, à peu près de la même façon que saint Basile et saint Grégoire de Nysse. Il nous apprend lui-même qu'il avait commencé sur l'Octateuque une vaste compilation dans laquelle il reproduisait mot à mot l'explication des commentateurs qui l'avaient précédé, avec l'indication du nom des auteurs ; mais comme ce travail prenait des proportions considérables, il résolut de le publier sous une forme abrégée, en s'appropriant ce que l'on avait dit de mieux avant lui. Son commentaire a été publié en entier pour la première fois, dans le texte original, par le cardinal Mai. Il

(1) S. Maxime, dans ses notes sur S. Denys, signale la ressemblance qui existe entre ce passage *De divinis nominibus*, et ce que dit S. Basile le Grand dans l'Hexaméron. Migne, Patr. gr. t. v, col. 249.

(2) S. Dionysii Areopag. *De divinis nominibus*, c. IV, § 4 ; Migne. Patr. gr. t. III., col. 700. Sur ce passage, voici le remarquable commentaire de S. Thomas : « S. Thomas, dit l'annotateur de S. Denys, le P. Corder, (ibid., col., 737, in Quæst. disputatis, tom. VIII, quæst. 4, art. 2, ad 6,) ait, lucem illam quæ legitur primo die facta, secundum Gregorium (Lib. II. Mor. c. 9) et Dionysium esse lucem solis, quæ simul cum substantia luminarium, quæ est subjectum ejus, fuit prima die producta secundum communem lucis naturam ; quarta autem die attributam esse luminaribus determinatam virtutem, ad determinatos effectus, secundum quod videmus alios effectus habere radium solis et alios radium lunæ, et sic de aliis. Et propter hoc, inquit, dicit Dionysius lucem illam fuisse lucem solis, sed adhuc informem, quantum ad hoc quod jam erat substantia solis, et habebat virtutem illuminativam in communi ; sed postmodum quarta die formata fuit, non quidem forma substantiali, quam prima die habuit, sed secundum aliquas conditiones accidentales per collationem determinatæ virtutis, secundum quod postmodum data est ei specialis et determinata virtus ad effectus particulares. »

n'est souvent que la reproduction presque littérale d'Origène (1), mais il admet la distinction des jours de la création, le sens littéral du texte sacré et plusieurs des opinions des Cappadociens.

Procope de Gaza expose de la manière suivante son opinion sur la durée de la création : « (L'auteur sacré) énumère les jours du monde, parce qu'il veut décrire exactement ce qui a été fait. Car Dieu, en créant, n'a pas besoin de temps. Il ne fait point cependant ses œuvres sans ordre : c'est le nombre qui indique cet ordre. (Le texte) ne dit donc pas « le premier jour », mais « un jour » ; parce que dans les choses qui sont produites simultanément (2), il n'y a ni premier ni second, cependant comme la narration ne peut être écrite sans ordre, après un jour, on nous parle du second jour, et ainsi de suite jusqu'à six, pour le besoin du récit (3). »

Voici ce que dit Procope de la création de la lumière : « De même que le soleil n'apparaît qu'après les herbes et les plantes, afin qu'il n'en soit pas considéré comme le créa-

(1) Huet, *Origeniana*, l. II, c. II, q. VIII, n° 5. Migne, Patr. gr. t. XVII, col. 979. Procope admet cependant quelques idées de l'école syrienne ; il nie la sphéricité de la terre et regarde l'esprit sur les eaux comme une force naturelle.

(2) Ἐν γὰρ τοῖς ἅμα τυγχάνουσιν οὐκ ἔστι πρῶτον καὶ δεύτερον. Le mot important ἅμα que nous avons déjà vu employé par Philon et par les Alexandrins (voir plus haut p. 574, 582), pour exprimer la création simultanée, a été mal rendu dans la traduction latine du *Commentaire* sur la Genèse, de Procope. On y lit : « Nam in uno non datur statuere vel primum vel secundum. » La traduction qu'on lit dans Petau, *Theologica dogmata*, t. V, p. 252, est au contraire exacte : « In iis, quæ simul existunt, non est primum ac secundum. »

(3) Procope de Gaza, *Comment. in Genesin*, I, 5. Migne, Patrol. gr. t. LXXXVII, col. 60-61. — Dans l'alinéa qui suit celui dont nous venons de rapporter une partie, il emprunte à Origène, pour établir son opinion, les preuves tirées de Gen. II, 2, et Psal. CXVII, 24 : « C'est *le jour* que le Seigneur a fait. » A cause du passage que nous venons de citer, plusieurs théologiens ont rangé Procope parmi les écrivains qui soutiennent la création simultanée dans le sens de Philon. Voir Suarez, *De opere sex dierum*, l. I, c. X, 4. *Opera*, Lyon, 1635, t. III, p. 40.

teur, de même il est précédé de beaucoup par la création de la lumière, afin que personne ne s'imagine qu'il en est l'auteur et ne soit tenté de l'adorer comme un dieu. Car comment le soleil pourrait-il se confondre avec la lumière, puisque la lumière existait avant lui? La lumière a été créée d'abord et ensuite le réceptacle de la lumière ; autre est le candélabre et autre la lumière qui brille sur le candélabre. Le soleil est devenu comme le corps de la lumière qui est immatérielle (ἄὕλον). Les objets composés se divisent en sujet et en qualités de ce sujet. Dès que la volonté de Dieu a réuni en un tout la lumière et son sujet, nous ne pouvons plus distinguer ce composé que par le langage ou par la pensée... La lumière primitive, qui brillait à la manière des éclairs (ἀστραπαῖον), dura pendant trois jours (1). »

Procope admet comme Théodore de Mopsueste et Théodoret que Dieu ne créa qu'un couple de chaque espèce d'animaux. Il nie aussi, comme les Syriens, la sphéricité de la terre.

Nous devons rattacher aussi aux Cappadociens le grammairien d'Alexandrie, Jean Philopon ou le Laborieux (VIe siècle), qui a puisé ses idées exégétiques sur le premier chapitre de la Genèse dans les écrits de saint Basile et de saint Grégoire de Nysse (2). Il nous reste de lui sept livres sur la création du monde où les explications allégoriques et morales sont fort rares (3) ; il s'attache à peu près exclusivement à une sorte d'exposition scientifique. C'était un physicien de l'école d'Aristote qui s'était occupé de mathématiques comme de sciences naturelles et qui avait composé un livre Περὶ ῥοπῶν.

(1) Procopii Gazæi, *Commentarii in Genesin*, I, 15. Migne, Patr. gr. t. LXXXVII, col. 85.

(2) Joannis Philoponis, *De mundi creatione libri septem*, cura B. Corderii, S. J., dans Gallandi, *Bibliotheca veterum Patrum*, t. XII, l. I, c. 1, 3, et passim, p. 473, 476, etc. Cf. Photius, *Codex* XLIII, Patr. gr. t. CIII, col. 76.

(3) Il rapporte, l. VII, c. 13, p. 608, l'explication allégorique de l'école d'Alexandrie, sur ce chiffre des six jours et qui est tirée de la symbolique des nombres. Voir plus haut, p. 573.

Il tomba dans le trithéisme et dans diverses erreurs qui le firent condamner par le sixième concile œcuménique, mais il défendit la doctrine chrétienne de la création dans sa réfutation de Proclus, qui soutenait l'éternité du monde, ainsi que dans son grand ouvrage, comme il l'appelle (1), sur l'œuvre des six jours. Dans ce dernier, il s'attache principalement à combattre Théodore de Mopsueste.

Philopon admet la création simultanée (ὁμοῦ) (2) des éléments du monde ou de la matière première, du ciel et de la terre, « du ciel avec les quatre éléments (3). » La production des êtres particuliers a lieu ensuite, dans l'espace des six jours mosaïques. Dieu aurait pu donner l'existence à tous les êtres à la fois, mais il a préféré les créer successivement les uns après les autres (4).

D'après lui, le ciel transsidéral, sans étoiles, la neuvième sphère de Ptolémée, a été créé le premier, parce qu'il est raisonnable de penser que ce ciel qui entoure le monde entier, a été produit avant tout le reste, puisque, par son mouvement, il a été la cause de tous les changements des choses naturelles (5).

Le grammairien d'Alexandrie explique la transformation des choses comme saint Grégoire de Nysse : Les quatre éléments étaient mélangés ensemble, la terre, comme la plus dense, reste au-dessous, au-dessus est l'eau, au-dessus encore l'air et enfin le feu. Ce dernier élément n'est pas désigné sous ce nom par Moïse, mais c'est de lui qu'il parle, comme cause de mouvement, quand il dit que l'esprit de Dieu était porté sur les eaux. Philopon entend donc par

(1) *Ibid. Proœmium*, p. 473.

(2) *De mundi creatione*, l. I, c. 4, p. 477. Jean Philopon attache le même sens que les Pères cappadociens au premier mot de la Genèse, traduit par Aquila, *in capite*. Voir plus haut, p. 35.

(3) *Ibid.* I, 6, p. 479. Cf. l. II, c. 10, p. 505.

(4) *Ibid.* III, 17, p. 541.

(5) *Ibid.* I, 6-7, p. 479 : Τῆς μεταβολῆς τῶν ὑπὸ φύσεως γινομένων ὑπάρχει, τῇ κινήσει, συναίτιος.

l'esprit de Dieu, avec la plupart des écrivains de l'école de Syrie, un élément de la nature (1).

Il adopte aussi le sentiment de saint Basile sur la création de la lumière. « Le grand Basile, dit-il, pense que la lumière solaire a été créée avant le soleil lui-même, par un effet de la puissance divine qui a accompli ce qui était naturellement impossible... Il n'est pas impossible à la puissance divine de produire la lumière sans un corps (lumineux). Celui qui aura admis ce que nous avons dit plus haut que Dieu créa d'abord la matière première des choses sublunaires, pourra remarquer que le créateur suit ici une marche contraire : il produit la lumière avant les corps lumineux dont celle-là est la forme et dont eux-mêmes sont la matière, et il forme leurs corps de cette matière préexistante... En unissant ces deux choses, il en forma les astres... Il faut dire d'ailleurs que la lumière (primitive) n'existait pas sans corps... La lumière n'éclaira pas tout l'univers simultanément... Cette lumière n'était pas une substance corporelle, elle n'était pas formée comme le sont maintenant les étoiles et les deux grands luminaires ; plus tard, Dieu la disposa dans l'ordre actuel, en la partageant entre le soleil, la lune et les autres astres (2). »

Jean Philopon enseigne clairement que les astres se meuvent en vertu d'une force motrice que Dieu leur a communiquée (3). Il dit aussi formellement que la terre est sphérique (4), en opposition avec les écrivains de l'école syrienne. Quant aux ténèbres, elles ne sont pas quelque chose de substantiel, comme le soutient Théodore de Mopsueste, mais l'absence de la lumière (5). Les eaux supérieures sont simplement les parties aqueuses de l'air. La langue

(1) *Ibid.*, l. II, c. 1 et suiv. p. 498 et suiv.

(2) *Ibid.* l. II, c. 10 : *Basilii de luce sententia ejusque defensio*, p. 505, et c. 11-12, p. 506. Voir aussi l. IV, c. 11-13, p. 553.

(3) *Ibid.*, l. I, c. 12, p. 485.

(4) *Ibid.*, l. II, c. 4, p. 501 ; l. IV, c. 2, p. 543.

(5) *Ibid.*, l. II, c. 6, p. 502 et c. 16, p. 510.

hébraïque n'ayant aucun mot pour exprimer cet élément, Moïse s'est servi du terme qui désigne l'élément dans lequel vivent les poissons (1).

Nous rencontrons un autre imitateur de saint Basile, mais d'une valeur inférieure à Jean Philopon dans l'Héxaméron ou chronique qui porte le nom d'Eustathe d'Antioche (2). Son commentaire n'est guère qu'un extrait des homélies de l'évêque de Césarée, dans ce qu'il dit des quatre premiers jours de la création (3). Sa zoologie est remplie de fables souvent très bien contées, mais plus d'une fois aussi ridicules. Il explique dans les termes suivants comment la terre avait été préparée pour l'apparition de l'homme : « Après la création du monde, Dieu fit enfin l'homme, lorsque la chaleur eut vaincu le froid (4), lorsque l'humidité eut été desséchée par la sécheresse et la sécheresse tempérée par l'humidité (5). »

Le dernier des grands théologiens orthodoxes qu'ait produits l'Église d'Orient, saint Jean Damascène (vers 676-vers 760), se rattache aussi aux Cappadociens. Quoiqu'il n'accepte pas toutes leurs explications cosmogoniques, ils sont ses auteurs de prédilection. Le choix qu'il fait entre les opinions des écrivains qui l'ont précédé montre parfaitement l'entière liberté dont jouissaient les docteurs de l'Église par rapport aux questions scientifiques soulevées dans le

(1) *Ibid.*, l. III, c. 14 et suiv. p. 538 et suiv. Εἴτε ὑδατῶδες, εἴτε ἀερῶδες. — George de Pisidie, diacre et archiviste de l'église de Constantinople vers 630, réfuta Philopon dans un poème intitulé : *Hexaemeron* ou *Kosmourgia* (Migne, Patr. gr. t. XCII, col. 1425-1578), dont il ne nous reste plus qu'un abrégé. L'auteur s'est beaucoup servi de l'Hexaméron de S. Basile.

(2) Il a été publié pour la première fois par Léon Allatius, à Lyon, en 1629. Il n'est certainement pas de S. Eustathe. Voir Fessler, *Institutiones Patrologiæ*, t. I, p. 418. L'*Hexaméron* de S. Basile fut traduit de bonne heure en latin par un traducteur qui se nommait Eustathe. Voir Migne, Patr. gr. t. XVIII, col. 795.

(3) Voir dans Migne, Patr. gr. t. XVIII, col. 813 et suiv. les nombreux emprunts faits à S. Basile par le faux Eustathe.

(4) Ψυχρὸν, qui signifie glacé aussi bien que froid.

(5) *Com. in Hexaem.* Migne, *ibid.*, col. 749.

premier chapitre de la Genèse. Il ne se décide pas d'ailleurs aisément dans les questions controversées et assez souvent il se borne au rôle de simple rapporteur. Ainsi, il expose sur la forme du monde le sentiment des Syriens qui considèrent le ciel comme un pavillon étendu au-dessus de la terre, et celui de saint Grégoire de Nazianze et de saint Grégoire de Nysse qui croient que la terre est une sphère enveloppée de tous côtés par le ciel. Il incline cependant davantage vers l'opinion des Cappadociens (1). Il se range du côté de saint Basile contre saint Grégoire de Nysse, au sujet des trois premiers jours de la création, et il les explique comme lui, non au moyen de la théorie de la rotation, soutenue par l'évêque de Nysse, mais au moyen de l'émission et de la disparition de la lumière primitive (2). Quant à la grandeur relative du soleil, qui, d'après les Cappadociens, est bien supérieure à celle de la terre, il reste de nouveau indécis (3). Sur quelques autres points, il adopte les interprétations de saint Éphrem, de Sévérien de Gabales, etc. (4). On peut remarquer cette singularité dans saint Jean Damascène qu'il traite de la création des astres en même temps que de la création de la lumière (5), comme l'avait déjà fait avant lui Lactance, dans l'Église latine.

Ainsi, autant l'explication dogmatique de la cosmogonie biblique a été uniforme, constante, autant l'explication scientifique a été changeante et variable. Les incertitudes que nous signalons dans saint Jean Damascène, nous les rencontrons aussi à des degrés divers chez les autres Pères. Saint Grégoire de Nysse en exposant sa manière de voir ne

(1) *De fide orthodoxa*, l. II, c. 6, Migne, Patr. gr. t. XCIV, col. 880 et suiv. Les écrivains auxquels S. Jean Damascène emprunte le plus sont S. Basile et Sévérien de Gabales.

(2) *Ibid.*, col. 888. Il reproduit les paroles mêmes de S. Basile. Voir plus haut p. 44-45.

(3) *Ibid.*, col. 896.

(4) Il admet, col. 889, que le monde a été créé au printemps.

(5) *Ibid.*, l. II, c. VII, col. 885 et suiv. Zöckler. *Geschichte der Beziehungen zwischen Theologie und Naturwissenschaft*, t. I, p. 218-219.

dit pas : cela est ainsi, mais je crois, οἶμαι, que cela est ou peut être ainsi (1).

De tout ce que nous venons de dire il résulte que les Pères cappadociens et leurs imitateurs ont tenté une sorte de conciliation entre les Alexandrins et les Syriens : ils évitent les excès de l'allégorisme des uns et les exagérations du littéralisme des autres; ils admettent le nom et l'idée de création simultanée, comme Origène et saint Athanase; ils repoussent l'explication purement symbolique des premiers chapitres de la Genèse, mise en vogue par Philon; ils distinguent, avec les Syriens, six jours réels dans l'œuvre de la création, mais ils ne se rendent pas trop esclaves de la lettre, et, mieux qu'eux, ils ont une allure plus scientifique dans leurs recherches et dans leur exposition. Il est évident, par leurs écrits, qu'ils n'ont pas douté que le commentaire du récit de Moïse ne doive être puisé dans l'étude de la nature même et dans les œuvres des savants.

IV

LES PÈRES LATINS.

Les Pères de l'Église d'Occident ne se groupent pas, comme ceux d'Orient, en écoles compactes et bien tranchées. Dans les pays latins, il n'existait aucun grand centre littéraire, où l'enseignement fût donné par des professeurs et des maîtres, comme saint Pantène, Clément et Origène, à Alexandrie, Diodore de Tarse, à Antioche. Privés de ce secours, les docteurs des Églises d'Italie, d'Afrique et des Gaules, séparés d'ailleurs, la plupart, les uns des autres par les temps comme par les lieux, se sont formés eux-mêmes d'une manière indépendante. Aussi, en dehors de

(1) S. Greg. Nyss. *Hexaem.*, t. XLIV, col. 116 et passim.

l'unité doctrinale commune dans les questions qui n'étaient pas décidées par l'Église, ils ont puisé leurs opinions particulières dans l'étude, la lecture et leurs réflexions personnelles. Les écrits de leurs devanciers, grecs et latins, ont naturellement exercé sur leur esprit une grande influence et souvent, quand ils ne les ont pas trouvés d'accord ensemble, ils ont cherché à les concilier par des opinions moyennes, comme nous allons en voir des preuves nombreuses.

Le plus ancien auteur latin, dont nous possédions un commentaire sur la cosmogonie biblique, est saint Victorin qui, d'orateur, devint évêque de Petavium dans la Pannonie supérieure et souffrit le martyre, probablement sous Dioclétien, au commencement du IVe siècle. Son commentaire porte le titre de *Tractatus de fabrica mundi* et n'est peut-être qu'un fragment d'une explication complète de la Genèse (1). Il est d'une grande brièveté et n'entre dans aucune explication scientifique. Saint Victorin admet la distinction réelle des jours et entend littéralement la création, mais ce qui l'occupe le plus, ce sont des rapprochements de nombre (2).

Lactance a touché à la cosmogonie biblique dans ses *Institutions divines* (3), mais nous ne nous arrêterons point à en faire l'analyse, parce que son exposition est surtout dogmatique. Il admettait que Dieu n'avait créé qu'un couple de chaque espèce d'animaux, comme l'ont pensé en Orient Théodore de Mopsueste, Théodoret de Cyr et Procope (4).

Avec saint Hilaire (vers 300-367) nous voyons apparaître en Occident la théorie alexandrine de la création simul-

(1) Lumper, *Prolegomena*, art. II, Migne, Patr. lat. t. V, col. 285.

(2) Migne, Patr. lat., *ibid.*, col. 301-314. S. Victorin devait avoir étudié beaucoup Origène. S. Jérôme dit que le commentaire de S. Victorin, aujourd'hui perdu, ressemblait à celui d'Origène. S. Hieronymi *Comm. in Eccles.* IV, 13, Patr. lat., t. 23, col. 1050.

(3) Lactantii *Institut. divin.*, l. II, 5-13; Migne, Patr. lat., t. VI, col. 276-325.

(4) *Div. Inst.*, l. II, c. 11, t. VI, col. 311.

tanée. « Tametsi habeat dispensationem sui, secundum Moysem, firmamenti solidatio, aridæ nudatio, maris congregatio, astrorum constitutio, aquarum terræque in ejiciendis ex se animantibus generatio, non tamen cœli, terræ cæterorumque elementorum creatio, ne levi saltem momento operationis discernitur (1). » L'évêque de Poitiers n'a pas d'ailleurs commenté la Genèse.

Nous devons encore citer de lui un passage que nous lisons dans son Homélie sur le Psaume LI et dans lequel il observe justement que le mot jour peut désigner dans l'Écriture une série d'années. « Diem pro ætate vel tempore hominis nuncupari solere meminimus cum dicitur : diem hominis non concupivi ; vel rursum cum Abraham diem Domini desideravit (2). »

Le premier Père latin qui ait écrit longuement sur l'Hexaméron est saint Ambroise, évêque de Milan (vers 340-397). Il s'est beaucoup servi des homélies de saint Basile et, comme la plupart des écrivains occidentaux, il a adopté à peu près sa manière, tenant une sorte de milieu entre l'école d'Alexandrie et celle d'Antioche, exposant tout à la fois le sens littéral et le sens mystique de la sainte Écriture. Il a emprunté aussi à Origène et à saint Hippolyte.

L'explication du premier chapitre de la Genèse a été prêchée à Milan pendant le carême de 389. Elle est divisée aujourd'hui en six livres qui correspondent aux six jours de la création (3).

(1) *De Trinit.* XII, n° 40, t. X, col. 458. Suarez refuse cependant de reconnaître, dans ce passage de S. Hilaire, contrairement à d'autres théologiens, la simultanéité absolue de la création. « Ubi, dit-il, in solo opere creationis simultatem agnoscit, cætera vero opera, eo modo quo narrantur, censet fuisse disposita. » *De opere sex dierum*, I, 6, p. 40.

(2) S. Hilar. *Tract. in Psalm.* LI, n° 5, t. IX, col. 311. S. Hilaire dit aussi *in Psal.* LV, n° 3 : « Diem frequenter significari pro *ætate* cognovimus, ut ubi dies tota est, illic omne vitæ tempus ostensum sit. » *Ibid.*, col. 358.— Ce qu'il écrit *Tract. in Psalm.* CXXXV, n° 11, col. 774, paraît favorable à l'opinion qui enseignait la sphéricité de la terre.

(3) L'Hexaméron de S. Ambroise contient de magnifiques descriptions où se manifeste un profond sentiment des beautés de la nature. Les littérateurs

Saint Ambroise admet la création simultanée (1) de la même manière que saint Basile, c'est-à-dire en acceptant la distinction réelle des jours, contrairement à Origène. Au commencement Dieu crée la substance du monde, *cardines rerum* (2), comme il l'appelle. On peut entendre dans deux sens différents le premier verset de la Genèse. Selon les uns, il est comme le sommaire de tout le chapitre, « ut ibi I, 1, quasi summa operis breviter comprehensa sit, » et les versets suivants sont le développement de ce sommaire, « hic, I, 7 sq. operationis qualitas per ipsas concurrentium rerum digesta sit species » dit-il. L'évêque de Milan n'approuve pas cette opinion : « Nec fallit quod aliqui ante nos ita acceperint (3). » D'après lui, il faut interpréter le premier verset dans ce sens que Dieu crée tout d'abord les éléments de l'univers, la matière première ; elle est ensuite transformée, coordonnée et disposée pendant les six jours génésiaques.

Le docteur de l'Église latine dont les idées ont exercé l'influence la plus profonde, ce n'est pas saint Ambroise, mais celui qu'il avait ramené dans le giron de l'Église catholique, le grand saint Augustin (354-430). L'évêque d'Hippone est peut-être celui de tous les anciens écrivains ecclésiastiques qui s'est le plus occupé des premiers chapitres de la Genèse et de la création. Tandis que son illustre contemporain, saint Jérôme, si célèbre par sa vaste érudition et par ses travaux exégétiques, a touché à peine en

admirent, en particulier, son tableau de la mer. M. Nourrisson l'a traduit dans *les Pères de l'Église latine*, 1856, t. I, p. 275-278. *Hexaemeron*, l. III, c. V, n° 21 et suiv., Migne, Patr. lat., t. XIV, col. 164 et suiv.

(1) Il dit, parlant du ciel et de la terre : « Cum simul utrumque sit factum » l. I, c. VI, n° 24 ; col. 135. Au n° 20, col. 132, il dit que Dieu fit la terre, « in qua esset generationis substantia, » et il ajoute, parlant du ciel et de la terre : « In his enim quatuor illa elementa creata sunt, *ex quibus generantur omnia ista quæ mundi sunt*. Elementa autem quatuor, aer, ignis, aqua et terra, quæ in omnibus sibi mixta sunt. »

(2) *Hexaem.*, l. I, c. VII, n° 25, col. 135.

(3) S. Ambros. *Hexaem.*, l. II, c. III, n. 8, col. 148.

passant aux questions cosmogoniques, saint Augustin a écrit trois commentaires sur l'Hexaméron (1) et il y est revenu dans le livre XIe de la *Cité de Dieu* et dans les trois derniers livres (XI-XIII) de ses *Confessions*, sans parler de quelques autres écrits. Son œuvre la plus importante sur ce sujet, ce sont les douze livres *De Genesi ad litteram* qui forment le travail le plus complet que nous ait légué l'antiquité sur la création.

Saint Augustin avait un sentiment profond de la nécessité où est le théologien de se servir de la science pour expliquer l'œuvre divine, et il s'élevait avec force contre les chrétiens qui, sous prétexte d'orthodoxie, niaient les vérités scientifiques (2). Que n'aurait pas fait cet esprit si vaste

(1) *De Genesi contra Manichæos; De Genesi ad litteram imperfectus liber; De Genesi ad litteram libri XII.* Voir sur l'*imperfectus liber* le curieux passage des *Rétractations*, l. I, 18, qui s'y rapporte et qui montre combien la Genèse attirait fortement S. Augustin. S. Augustini *Opera*, édit. Gaume, t. III, col. 155.

(2) *De Genesi ad litteram*, l. I, c. XIX, n° 39, *Opera*, édit. Gaume, t. III, col. 219-220. Ce passage a été reproduit par M. de la Vallée Poussin, *La certitude en géologie*, *Revue des questions scientifiques*, janvier 1879, p. 8-9. — S. Augustin voulait qu'on prît bien garde de ne pas donner comme le sentiment des Écritures ses opinions personnelles. Ce qu'il dit là-dessus au c. XIX, il l'avait dit non moins fortement au c. XVIII, n° 37, col. 219 : « In rebus obscuris atque a nostris oculis remotissimis, si qua inde scripta etiam divina legerimus, quæ possint salva fide qua imbuimur alias atque alias parere sententias ; in nullam earum nos præcipiti affirmatione ita projiciamus, ut si forte diligentius discussa veritas eam recte labefactaverit, corruamus ; non pro sententia divinarum Scripturarum, sed pro nostra ita dimicantes, ut eam velimus Scripturarum esse, quæ nostra est. » Voir ibid., l. II, c. XVI, n° 33, col. 241, comment il admet qu'on puisse soutenir qu'il y a des étoiles plus grandes que le soleil, malgré les passages en apparence contraires de la Bible. — S. Thomas s'est approprié la pensée de S. Augustin sur la réserve avec laquelle le théologien doit traiter les questions scientifiques, et il l'a exprimée dans les termes suivants qui méritent d'être rapportés : « Sicut Augustinus docet, in hujusmodi quæstionibus duo sunt observanda. Primo quidem ut veritas Scripturæ inconcusse teneatur. Secundo, cum Scriptura divina multipliciter exponi possit, quod nulli expositioni aliquis ita præcise inhæreat, ut si certa ratione constiterit hoc esse falsum quod aliquis sensum Scripturæ esse credebat, id nihilominus asserere præsumat; ne Scriptura ex hoc ab infidelibus derideatur et ne eis via credendi præcludatur. » *Summa. th.* I,

et si ouvert, s'il avait pu mettre à profit les découvertes des savants contemporains! Malheureusement, les connaissances scientifiques de son époque étaient très défectueuses et, quelque pénétrant que fût son génie, il ne lui était pas donné d'en combler les lacunes et d'en rectifier les erreurs. La science doit ses progrès aux observations et aux travaux accumulés de générations de savants et un seul homme n'en peut sonder tous les secrets.

L'évêque d'Hippone a peint d'une manière saisissante dans ses *Confessions* l'intérêt passionné qu'éveillait en lui le mystère de la création. « Faites-moi écouter et comprendre comment Dieu a fait dans le principe le ciel et la terre. Voilà ce qu'a écrit Moïse ; il a écrit cette parole et il est disparu : il a passé de cette terre auprès de vous, ô mon Dieu, et il n'est plus maintenant en ma présence, car s'il y était, je le retiendrais, je l'interrogerais, je le conjurerais de m'expliquer ses paroles... Mais puisque je ne peux pas l'interroger, c'est vous, ô Vérité, qui l'inspiriez quand il disait vrai, c'est vous, mon Dieu, que j'implore : pardonnez à mes péchés, et comme vous avez donné à votre serviteur le don de dire ces choses, accordez-moi de les comprendre (1). »

Une partie des idées de saint Augustin sur la création est empruntée aux anciens Pères, et en particulier à Philon et à Origène ; mais son génie s'est approprié les pensées qu'il a puisées ailleurs et il les a transformées en leur imprimant son cachet personnel. Il a pris aux Alexandrins leur théorie de la création simultanée et il l'a rendue sienne par la manière dont il l'a comprise et exposée. C'est là le point le plus important et le plus célèbre de son Hexaméron.

q. 68. a. 1. — Sur le passage de S. Augustin lui-même, on peut voir le commentaire qu'en fait le cardinal Franzelin, *Tractatus de divina traditione et scriptura*, 2a edit. 1875, *Symbole animadversionum*, p. 731.

(1) *Confess.*, l. XI, c. III, n° 5, t. I, col. 331-332. — Trad. Nourrisson, *Philosophie de S. Augustin*, 1865, t. I, p. 325, ou Nourrisson, *Les Pères de l'Église latine*, II, 10, t. I, 1856, p. 359.

Dieu a créé le monde en un instant (1), mais pour s'accommoder à la faiblesse de notre esprit, il a trouvé bon de nous représenter la création comme accomplie dans le temps.

« La matière informe, dit-il, n'a point précédé dans les temps les choses formées ; car tout a été créé simultanément, et la matière dont les choses ont été faites et les choses qui ont été faites. De même effectivement que la voix est la matière des mots et que les mots indiquent le son qui est formé, tandis néanmoins que celui qui parle ne commence point par émettre un son informe, pour ensuite le recueillir et en former des mots ; de même, Dieu créateur n'a point fait dans un temps antérieur la matière informe, pour reprendre ensuite en quelque façon son ouvrage et le former en disposant les natures dans leur ordre. Il a créé la matière toute formée (2). » Il est impossible d'exprimer en termes plus clairs et plus précis la théorie alexandrine de la création simultanée.

« Vos œuvres, ô mon Dieu, s'écrie encore saint Augustin, ont été faites par vous de rien, mais non de vous, non de quelque matière qui ne viendrait pas de vous et qui existerait antérieurement, mais d'une matière créée en même temps par vous ; car, sans aucun intervalle de temps, vous avez donné à cette matière la forme avec l'être. Autre chose étant la matière du ciel et de la terre, autre chose leur forme, vous avez fait la matière de rien et la forme de la matière, et l'une et l'autre ensemble, de telle sorte que

(1) S. Augustin entend par le ciel et la terre mentionnés dans le 1er verset de la Genèse toutes les créatures : *Cœli et terræ nomine universa creatura significata est : Conf.* l. XI, c. XII, n° 14, t. I, col. 337, Ibid. *De Gen. cont. Manich.* l. II, c. VI, n° 7, col. 1080 et passim.

(2) *De Genesi ad litt.*, l. I, c. XV, n. 29, t. III, col. 214. Trad. Nourrisson. *Philos. de S. Aug.* t. I, p. 367. « Formatam quippe creavit materiam ; sed quia illud unde fit aliquid, etsi non tempore, tamen quadam origine prius est quam illud quod inde fit, potuit dividere Scriptura loquendi temporibus, quod Deus faciendi temporibus non divisit. » Ibid., col. 215. Cf. *Conf.* l. XII, c. XXIX, n° 40, col. 376, t. I.

la forme suivît la matière sans aucun intervalle de temps (1). »

Cependant la création, entière dès l'origine, ne s'en développe pas moins dans le temps : « L'univers tout entier a été à l'origine en semence, non point avec la masse d'une grandeur corporelle, mais à l'état de force et de puissance causatrice. . . Comme dans un grain se trouve invisible tout ce qui, par le laps du temps, finit par devenir un arbre, ainsi faut-il s'imaginer que le monde, lorsqu'il a été créé de Dieu, renfermait en lui-même tout ce qui devait plus tard se manifester... Dieu, par conséquent, ne crée rien ultérieurement, mais, ayant créé toutes choses à la fois, il les gouverne, les meut par son action dirigeante, si bien qu'il opère sans cesse, se reposant et opérant à la fois (2). »

La création est comme le langage de Dieu, et le langage de Dieu peut se comprendre par analogie avec le langage humain. Or, lorsque nous entendons parler un homme, son langage résulte pour nous d'une succession de syllabes, et pourtant dans les paroles qu'il prononce, il n'y a pas deux syllabes qui puissent sonner en même temps. Combien moins pouvons-nous concevoir que toutes choses aient été produites simultanément dans l'acte même par lequel toutes choses ont été créées simultanément (3) !

Saint Augustin voit la preuve de la création simultanée dans ce passage de l'Ecclésiastique : *Qui manet in æternum creavit omnia simul.* Il entend *simul* de la création simultanée (4). Toutefois le motif sur lequel il revient le plus

(1) *Confess.* XIII, c. XXXIII, nº 48, t. I, col. 408. — Trad. ib., p. 366.

(2) *De Genesi ad litt.* l. V, c. XXIII, nº 45-46, col. 321-322. Trad. ib., p. 374.

(3) *De Genesi ad litt.* VI, c. III, nº 4, col. 325. Ibid., p. 374.

(4) S. Aug. *De Genesi imperf. liber*, c. VII, nº 28, t. III, col. 171-172; *De Gen. ad. litt.* l. IV, c. XXXIII, n. 52, col. 296, et l. V, c. III, n. 6, col. 303. Le texte de l'Ecclésiastique est en grec, XVIII, 1 : Ἔκτισε τὰ πάντα κοινῇ. Le texte hébreu est perdu. On explique le mot κοινῇ, rendu par *simul* dans notre Vulgate, de plusieurs manières. Dans le sens de S. Augustin, mais sans nier la distinction des jours, c'est-à-dire en adoptant l'opinion de S. Ambroise, etc. Dans le sens de pareillement, sans exception, etc. Voir Cornelius à Lapide *in locum*, édit. Vivès, p. 499.

souvent, dans l'exposition de ses idées à ce sujet, c'est l'impossibilité où il est de se rendre compte des premiers jours de la création, avant la production du soleil.

Il admet d'une certaine manière la distinction des jours (1) mais c'est une distinction logique, non réelle. « Qu'est-ce que ces jours ? Il nous est très difficile ou même impossible de le concevoir. A combien plus forte raison de le dire? Les jours que nous connaissons ont un soir au moment où le soleil se couche et un matin au moment où le soleil se lève, et ces trois premiers jours se sont écoulés sans le soleil, qui, nous rapporte l'Écriture, n'a été créé qu'au quatrième (2). » Dans le *De Genesi imperfectus liber*, saint Augustin dit encore : « On peut demander qu'est-ce que (Moïse) appelle jour et qu'est-ce qu'il appelle nuit. S'il veut désigner par là ce jour que commence le lever du soleil, et que finit son coucher, et cette nuit qui dure du coucher jusqu'au lever du soleil, je ne comprends pas comment cela a pu se faire, avant la création des luminaires du ciel (3). » Nous avons déjà rencontré dans Origène une observation semblable (4).

Il est vrai, ajoute-t-il, que le texte sacré porte que les six jours de la création se composaient d'un soir et d'un matin,

(1) *De Genesi ad litt.* l. IV, c. XIV, p. 25; édit. Gaume, col. 280. (Voir aussi *De Civ. Dei*, l. XI, c. VI et suiv. t. VII, col. 445). Cependant ce passage doit être entendu probablement comme d'autres passages plus explicites, où il n'admet que nominalement la distinction des six jours, comme *ib.*, l. V, c. XXIII, n° 46, col. 322, où il dit : « Illo modo quo creavit omnia simul, senarioque dierum numero consummavit, cum diem quem fecit, eis quæ fecit sexies præsentavit, non alternante spatio temporaliter, sed ordinata cognitione causaliter. »

(2) *De Civ. Dei*, l. XI, c. VI, et VII, t. VII, col. 445.

(3) *De Gen. lib. imperf.* c. VI, n° 27, t. III, col. 170-171 (Voir aussi 176). S. Augustin s'exprime d'une manière analogue et avec plus de développements encore, *De Genesi ad litt.* l. II, c. XIV, n° 28 et 29; t. III, col. 238-239.

(4) S. Augustin s'appuie aussi comme Origène sur Gen. II, 4 : « Superius septem dies numerantur, nunc unus dicitur dies, quo die fecit Deus cœlum et terram et omne viride agri, et omne pabulum, cujus diei nomine omne tempus significari bene intelligitur. Fecit enim Deus omne tempus simul cum omnibus creaturis temporalibus, quæ creaturæ visibiles cœli et terræ nomine significantur.» *De Genesi contra Manich.* l. II, c. III, n° 4, t. I, col. 1077.

mais ce langage n'implique nullement la succession réelle du jour et de la nuit ; Moïse évite d'employer le mot nuit ; par soir et matin, il veut simplement désigner des moments ou des modes différents dans la manifestation de la création aux esprits célestes, ou bien la matière et l'espèce (1).

Le soir et le matin des jours qui précèdent la création du soleil, comme de ceux qui le suivent, désignent les modes divers de connaissance des esprits angéliques : la connaissance qu'ils ont des objets en les voyant objectivement, est appelée du soir comme moins parfaite, et celles qu'ils en ont en les voyant dans le Verbe est appelée du matin comme plus parfaite (2). Les jours de la création sont donc « très différents des jours qui composent nos semaines, » ils ne sont pas produits « par la révolution des astres, » ce ne sont pas « des jours solaires (3). » « Ces six premiers jours étaient d'une espèce extraordinaire et qui nous est inconnue (4). »

En expliquant les jours de la création comme une simple figure, saint Augustin assure d'ailleurs qu'il ne leur attribue pas un sens allégorique, mais qu'il les entend dans leur sens propre (5).

(1) *De Gen. imp. liber*, c. XV, n° 51, t. III, col. 183. *De Gen. ad litt.* l. IV, c. I, n° 1, col. 268; c. XXII, n° 39, col. 288 et suiv. Cf. S. Thomas d'Aquin, q. LXXIV, a. 2.

(2) *De Genesi ad litt.* l. IV, c. XXVI, n° 43 et suiv. t. III, col. 291 et suiv.

(3) *Ibid.*, c. XXVI et XXVII, col. 291, 292 ; l. V, c. V, n° 12, col. 306.

(4) « Probabilius est istos quidem septem dies (les jours d'aujourd'hui), illorum (les six jours mosaïques) nominibus et numero, alios atque alios sibimet succedentes currendo temporalia spatia peragere ; *illos autem primos sex dies inexperta nobis et inusitata specie* in ipsis rerum conditionibus explicatos ; in quibus vespera et mane, sicut ipsa lux et tenebræ, id est dies et nox, non eam vicissitudinem præbuerunt, quam præbent isti per solis circuitus : quod certe de illis tribus fateri cogimur, qui ante condita luminaria commemorati atque numerati sunt. » *Ibid.*, l. IV, c. XVIII, n° 33, col. 284.

(5) *De Genesi ad litt.* l. IV, c. XXVIII, n° 45, t. III, col. 292. — S. Augustin tire une autre preuve de la création simultanée d'une fausse leçon du texte latin de la Bible dont il faisait usage. Ce texte portait : *Hic est liber creaturæ cœli et terræ, cum factus est dies, fecit Deus cœlum et terram*, etc. Gen. II. La traduction aurait dû être, comme le portent les Septante sur lesquels la ver-

Ainsi, toutes choses ont été créées simultanément. Cependant il faut établir une distinction entre les êtres inorganiques et les êtres organiques : les premiers ont été produits tels qu'ils sont encore aujourd'hui, les seconds ne l'ont été que virtuellement et en germe ; ainsi les plantes, les poissons, les oiseaux et les autres animaux, à l'exception d'Adam, ne sont pas nés en pleine croissance, mais ils ne se sont développés que par degrés et conformément aux lois naturelles (1).

Telles sont les principales idées de saint Augustin sur l'œuvre des six jours. On voit par ce que nous venons de dire en dernier lieu, que le saint docteur admettait une distinction réelle entre la création proprement dite et le développement des êtres, ce qu'on peut appeler l'*opus creationis*, qui était simultané, et l'*opus formationis*, qui était graduel et progressif, conforme aux lois de la nature que nous voyons agir sous nos yeux. Ce qui distingue l'opinion de saint Augustin de celle des autres Pères, saint Ambroise, saint Basile, c'est que ces derniers placent l'œuvre de formation dans les six jours, tandis que l'évêque d'Hippone la rejette après (2). Il admet la création simultanée des Alexandrins, mais il ne pense pas, comme eux, que le récit mosaïque n'est qu'une allégorie du monde spirituel. Il adopte donc le sens littéral avec les Syriens et les Cappadociens, mais il n'adopte pas comme eux la distinction réelle des six jours.

Nous ne devons pas nous séparer de saint Augustin sans avoir remarqué qu'il est le premier des auteurs ecclésiastiques chez qui nous rencontrions, d'une manière un peu

sion était faite, *cum facta sunt quo die fecit*. S. Augustin concluait de sa leçon : « Nunc certe firmior fit illa sententia qua intelligitur unum diem fecisse Deum, unde jam illi sex vel septem dies unius hujus repetitione numerari potuerint, etc. » *De Genesi ad litt.* l. v, c. i, n° 1. t. iii, col. 299.

(1) *De Gen. imp. lib.*, c. xv, n° 51, col. 183 ; *De Gen. ad litt.* l. vii, c. xxviii, n° 42, col. 364 ; l. v, c. iv, n° 7 et suiv., col. 303. Cf. S. Thomas, *Summ. Th.* q. lxx, a. 1 ; lxxi, a. 1 ; lxxiv, a. 2.

(2) Voir surtout *De Gen. ad litt.* l. v, c. iv, n° 11, col. 305.

nette, l'idée des lois de la nature. Il ne voulait point qu'on multipliât les miracles sans raison, et il pensait qu'on devait, quand on le pouvait, expliquer les phénomènes conformément « à la nature des choses (1). » Il donne aux lois qui déterminent le développement de la nature le nom de « raisons causales ; » il assure que Dieu n'a pas seulement créé toutes ses créatures avec nombre, poids et mesure, mais que, tant qu'elles subsistent, elles sont également réglées et pondérées (2); il parle même expressément du « cours ordinaire de la nature (3), » de « la loi de la nature (4). »

(1) « Quemadmodum Deus instituerit *naturas rerum*, secundum Scripturas ejus nos convenit quærere, non quid in eis vel ex eis ad miraculum potentiæ suæ vult operari, etc. » *De Genesi ad litt.* l. II, c. I, n° 2, t. III, col. 224. Cf. Diestel, *Bibel und Naturkunde*, *Studien und Kritiken*, 1866, p. 233-234.

(2) « Habent omnia, quamdiu sunt, mensuras, numeros, ordines. « *Ibid.*, l. III, c. XVI, n° 25, col. 258. Cf. S. Jean Chrys. *Hom. III in Gen.*, n° 3, t. LIII, col. 25.

(3) « Quæri merito potest, *causales illæ rationes*, quas (Deus) mundo indidit, cum primum simul omnia creavit, quomodo sint institutæ : utrum, ut quemadmodum videmus cuncta nascentia vel fruticum vel animalium in suis conformationibus atque incrementis pro sua diversitate generum diversa spatia peragerent temporum? An ut quemadmodum creditur factus Adam sine ullo progressu incrementorum virili ætate, continuo conformarentur? Sed cur non utrumque illas credimus habuisse ut hoc ex eis futurum esset, quod factori placuisset? Si enim illo modo dixerimus, incipiet contra ipsas factum videri, non solum etiam illud de aqua vinum, sed et omnia miracula quæ contra *naturæ usitatum cursum* fiunt : si autem isto modo, multo erit absurdius ipsas istas quotidianas naturæ formas et species contra illas primarias omnium nascentium causales rationes suorum temporum peragere spatia. Restat ergo ut ad utrumque modum habiles creatæ sint ; sive ad istum quo usitatissime temporalia transcurrunt, sive ad illum quo rara et mirabilia fiunt, sicut Deo facere placuerit quod tempori congruat.» *De Gen. ad litt.* l. VI, c. XIV, n° 25, col. 337. — Dans son *Tract. XXIV in Joan.* n° 4, t. III, col. 1958, il dit aussi : « Quia... miracula ejus quibus totum mundum regit universamque creaturam administrat, assiduitate viluerunt, ita ut nemo pene dignetur attendere opera Dei mira et stupenda in quolibet seminis grano, secundum suam misericordiam servavit sibi quædam, quæ faceret opportuno tempore, *præter usitatum cursum ordinemque naturæ*, ut non majora, sed insolita, videndo stuperent, quibus quotidiana viluerant. »

(4) *De Civ. Dei*, XXI, c. VIII, n° 5 ; « Nulla præscribente *lege naturæ*, » t. VII, col. 1008. Il assure que les miracles ne sont pas contraires à la nature. « Omnia portenta contra naturam esse dicimus, sed non sunt Quomodo est enim

On trouve dans les œuvres de saint Augustin *Trois livres des merveilles de la sainte Écriture* qui ne sont pas de l'évêque d'Hippone, mais, d'après les critiques, d'un moine de la Grande-Bretagne qui écrivait en 655 (1). L'auteur, qui parle de son *ingenioli*, met au premier rang le sens spirituel, mais s'occupe beaucoup de l'*intellectus rerum gestarum*, y expose la théorie Alexandrino-Augustinienne de la création simultanée avec une si grande précision que ses paroles méritent d'être citées. La création est très différente du gouvernement du monde. La création tire l'être du néant, la *gubernatio* le modifie seulement. « Après avoir achevé la création des œuvres de la nature, Dieu se reposa le septième jour, mais depuis il ne cesse point de gouverner toutes ses créatures. Et quoiqu'il soit rapporté que toutes les créatures ont été créées dans l'intervalle de six jours, cet intervalle ne doit pas s'entendre d'un espace de temps, mais de la différence des œuvres; l'historien a distingué dans son récit ce que Dieu n'a pas divisé dans son opération (2). Car Dieu a créé simultanément toutes les choses qu'il a faites, c'est par un seul acte de volonté qu'il a produit la variété multiple des espèces et par cet acte de volonté unique il a fait simultanément, sans temps, toutes les choses que, depuis leur naissance, il n'a pas cessé de gouverner (3). »

contra naturam quod Dei fit voluntate, cum voluntas tanti utique conditoris conditæ rei cujusque natura sit? » *Ibid.*, nº 2, col. 1006. La pensée développée par S. Augustin dans ce chapitre, c'est que les miracles ne sont pas contraires à la nature, mais *præter naturam*, une exception aux lois ordinaires de la nature, exception produite par la volonté du Créateur de toutes choses. Voir là-dessus Brugère, *de Religione*, 2e édit. p. 273, note 2.

(1) L. Diestel, *Bibel und Naturkunde, Studien und Kritiken*, 1866, p. 237-238; *Geschichte des alten Testamentes in der christlichen Kirche*, 1869, p. 175.

(2) « Quamvis per sex dierum alternationem omnis instituta fuisse creatura perhibetur, non tamen hæc dierum alternatio per spatium temporis intelligitur, sed in his operum vicissitudo declaratur. Post namque historiæ narrator divisit in sermone, quod Deus non divisit in operis perfectione. »

(3) *De mirabilibus Sacræ Scripturæ*, l. I, c. I, inter Opera S. Augustini, éd. Gaume, t. III, 2a pars, col. 2720-2721. Nous devons faire observer du reste que toutes les idées du moine breton ne sont pas justes. Cf. S. Th. III, q. XLV, art. 3.

L'autorité de saint Augustin fit accepter ses opinions sur la création, non seulement par le moine dont nous venons de parler, mais aussi par la plupart des écrivains ecclésiastiques de l'Occident qui vinrent après lui, par saint Prosper d'Aquitaine (403-460), par Victor de Marseille (mort vers 450), par saint Eucher évêque de Lyon (mort vers 450), par Cassiodore (468-562), par Junilius (vers 550), par saint Isidore de Séville (570-636). Comme ils n'ont guère fait que reproduire le maître, nous n'avons pas à nous arrêter à leurs écrits (1).

(1) Prosper. *Sentent. ex August.* n° 141 et suiv., t. LI, col. 146. Marius Victor, *Comm. in Gen.* I, t. LXI, col. 939, dit : « Cuncta simul genuit. » S. Eucher, *De quæstion. V. et N. T. ad Salonium*, ne parle pas de la création simultanée. Il n'en est question que dans le Pseudo-Eucher : *Comment. in Genes. Eucherio falso ascripti libri* III, l. I *In Gen.* I, 2, t. L, col. 894. Cassiodore, *De div. Inst.* c. I. Cf. c. XXII ; Migne, t. LXX, col. 1110, 1136. Junilius, *De part. legis div.* II, 2, t. LXVIII, col. 25. S. Isidori Hisp. *Quæst. in Gen.* c. I-II. t. LXXXIII, col. 209 et suiv. *Origines seu Etym.* l. XI-XVII, t. LXXXII, col. 397 et suiv. Au XIIe siècle, une religieuse, sainte Hildegarde, défendit la création simultanée dans un curieux passage qui mérite d'être cité : « Omnipotens Deus, *dit-elle*, qui sine initio et sine fine vita est ;... materiam omnium cœlestium et terrestrium simul creavit, cœlum scilicet, lucidam materiam, et terram, quæ turbulenta materia erat. Ista vero lucida materia, de claritate quæ æternitas est, sicut spissa lux fulminabat, quæ etiam super turbulenta materia lucebat, ita quod ei adjuncta erat : et istæ duæ materiæ simul creatæ sunt, ut unus circulus apparuerint. In primo namque, *fiat*, angeli de prædicta lucida materia cum eorum habitaculo processerunt ; et quia Deus, Deus et homo est, ad faciem Patris angelos creavit ; et hominem, de quo tunica induendus erat, ad imaginem et similitudinem suam formavit ; sic quoque ad imperium Dei omnipotentis, cum diceret : *fiat*, quælibet creatura de turbulenta materia secundum speciem naturæ suæ apparuit. *Sex enim dies, sex opera sunt ; quia inceptio et completio singuli cujusque operis dies dicitur.* Post creationem etiam materiæ, nulla mora fuit ; sed mox, quasi in ictu oculi, *Spiritus Domini ferebatur super aquas*, nec etiam postea mora aliqua erat, sed Deus illico dixit : *fiat lux.* » *Triginta octo quæstionum solutiones, petente Wiberto, monacho Gemblacensi per Sanctam Hildegardem ad ipsum transmissæ.* Quæst. I, Pat. lat. CXCVII, col. 1040. — Parmi les scholastiques, S. Bonaventure admet la création simultanée, in 2 dist. 13, a. 1, q. 1 ; S. Thomas dit : « Hæc opinio plus mihi placet, » in 2 dist. a. 2 ; Cf. 1, q. 74, a. 2. Cajétan la défend in Gen. I, 15 ; Emm. Cerda, Car. Moreau, etc. Noris la justifie fortement de toute accusation d'hérésie dans les *Vindiciæ Augustinianæ*, c. 4, § 9. Cf. Mazella, *De Deo creante*, 1877, p. 140-142.

Saint Grégoire le Grand (vers 540-604) et le vénérable Bède (673-735) méritent une plus grande attention. Saint Grégoire le Grand n'a pas commenté la Genèse, mais, dans ses *Morales sur Job*, à propos de la création de Béhémoth, il a formulé avec beaucoup de précision et une parfaite netteté l'opinion qu'avaient défendue les Cappadociens dans l'Église grecque et dont saint Augustin s'était jusqu'à un certain point rapproché. « On se demande, dit-il, après avoir rappelé le texte de l'Ecclésiastique, *fecit omnia simul*, comment Dieu a créé simultanément toutes choses, puisque Moïse raconte qu'elles ont été créées séparément en six jours successifs. Pour le comprendre, il suffit d'examiner attentivement les causes et les principes des choses. La substance des choses a été créée simultanément, mais les diverses espèces n'ont pas reçu simultanément les formes qui leur sont propres, et ce qui a existé simultanément par la substance matérielle n'a pas paru simultanément dans sa forme spécifique. Quand on nous raconte que le ciel et la terre ont été faits simultanément, on nous apprend que les choses spirituelles et corporelles, que tout ce qui vient du ciel et de la terre, tout cela a été fait simultanément. Mais on ajoute que le soleil, la lune et les étoiles n'ont été faits dans le ciel qu'au quatrième jour. C'est parce que ce qui avait été créé avec la substance du ciel le premier jour n'a été formé spécifiquement que le quatrième jour. Il est dit que la terre a été créée le premier jour, et ce n'est que le troisième qu'est décrite la création des plantes et de tout ce qui verdit sur la terre ; mais les végétaux, qui se manifestèrent ainsi spécifiquement le troisième jour, avaient été créés en substance, le premier jour, avec la terre d'où ils sont sortis. Voilà pourquoi Moïse rapporte séparément ce qui a été fait chaque jour et conclut néanmoins en disant que tout a été créé simultanément. « Telles sont les » générations du ciel et de la terre, quand ils furent créés, au » jour où Dieu fit le ciel et la terre, l'herbe des champs,

» etc. (1).» Après avoir raconté que le ciel et la terre, les arbustes et l'herbe des champs avaient été créés à des jours différents, l'écrivain sacré nous dit maintenant qu'ils ont été faits en un jour, afin de montrer clairement que toutes les créatures ont été créées simultanément quant à la matière, mais non quant à l'espèce (2) . »

Saint Grégoire le Grand donne au mot jour, dans ce dernier passage de la Genèse, un sens qu'il n'a pas, mais il lui sert du moins à expliquer sa pensée avec une grande précision.

Le vénérable Bède a commenté tout le Pentateuque et plus longuement les vingt premiers chapitres de la Genèse dans ses *Quatre livres depuis le commencement de la Genèse jusqu'à la naissance d'Isaac*. On peut considérer cet Hexaméron comme le dernier écrit des anciens écrivains ecclésiastiques sur la cosmogonie biblique.

Le premier livre est consacré aux chapitres I-III de la Genèse. C'est en grande partie une compilation, dans laquelle l'auteur recueille tout ce qu'il trouve à son gré dans saint Augustin, saint Basile, saint Ambroise et les *Questions hébraïques* de saint Jérôme ; mais le moine de Jarrow apprécie les auteurs qu'il cite et il entremêle ses observations personnelles aux emprunts qu'il fait à ses prédécesseurs. Il n'adopte point la théorie de saint Augustin sur la création simultanée ; il se prononce au contraire très formellement en faveur de jours distincts, de vingt-quatre heures chacun (3), et il soutient, comme les Cappadociens, que la matière première a été créée avant les six jours génésiaques ; pendant ces six jours, les êtres produits, à l'exception de l'âme, ont été tirés de la matière préexistante.

(1) Gen. II, 4, 5.

(2) S. Gregor. Mag. *Moral.*, l. XXXII, c. XII, *in Job* XL, 10. Migne, Patr. lat., t. LXXVI, col. 644-645.

(3) Il dit en parlant du premier jour : « Huc usque dies expletus est unus, viginti scilicet et quatuor horarum. » *Hexaem.*, l. I, Migne, Patr. lat., t. XCI, col. 18.

« La matière, dit-il, a été faite de rien, et le monde avec sa forme actuelle a été tiré de la matière informe. Dieu créa donc deux choses avant le premier jour et avant le temps, la créature angélique et la matière informe... Dieu n'a donc pas fait toutes choses de rien : il en a fait une partie de rien, et une partie de quelque chose ; de rien le monde, les anges et l'âme ; de quelque chose l'homme et les animaux et les autres créatures (1). »

Il est digne de remarque que le vénérable Bède regarde le temps où fut créé le ciel et la terre, c'est-à-dire celui qui s'écoula avant le premier jour génésiaque, comme indéfini. C'est un texte de la Genèse et un texte de l'Exode qui l'amènent à cette conclusion : « *Telles sont les générations du ciel et de la terre quand ils furent créés* (2).... (L'Écriture) appelle générations du ciel et de la terre l'ordre que Dieu met dans son œuvre, les ornements par lesquels, pendant les six jours, il rend sa création parfaite... conformément à ce que dit le Créateur lui-même dans le Décalogue : « En « six jours Dieu fit le ciel et la terre, la mer et tout ce qu'ils « contiennent (3). » Ce passage de l'Exode semble en opposition avec ce qu'affirme le saint docteur, savoir que le ciel et la terre avaient été créés avant le premier jour et, par conséquent, en dehors des six jours. Voici comment il l'explique.

« Ce qui suit (dans la Genèse) : « Au jour où le Seigneur » fit le ciel et la terre et tous les arbustes des champs, avant

(1) Bède, *In Pentat. Comment.*, c. I, *ibid.*, col. 191; *Hexaem.* l. I, col. 39. On trouve un passage analogue dans les œuvres douteuses de Bède, *Quæstionum super Genesim ex dictis Patrum dialogus*, Migne, *ibid*, t. XCIII, col. 236. Après avoir reproduit une doctrine semblable à celle que nous venons de lire, le maître répond au disciple qui lui a demandé : « Quas alias creaturis ascribimus differentias? — Quod ea quæ primis sex diebus facta sunt, non naturaliter nec ex similitudine provenerunt (quoiqu'elles soient faites d'une matière préexistante) ; reliqua vero quæ fiunt naturaliter, ex divina definitione nascuntur, exceptis scilicet miraculis. »

(2) Gen. II, 4.

(3) Exod. XX, 11.

» qu'ils eussent paru sur la terre, et toutes les herbes des » champs, avant qu'elles eussent poussé, » ne doit être nullement regardé comme contraire au passage précédent ; en effet, il faut bien comprendre que l'Écriture emploie ici le mot jour pour désigner tout le temps pendant lequel la créature primordiale fut formée (1), car le ciel ne fut fait et orné d'astres en aucun des six jours, non plus que la terre ne fut séparée des eaux et plantée d'arbres et d'herbes ; selon sa coutume, l'Écriture se sert du mot jour pour indiquer le temps, de même que le fait l'Apôtre, quand il dit: « Voici maintenant les jours de salut (2), » il ne veut point déterminer par là un jour spécial, mais tout le temps de la vie présente, pendant laquelle nous travaillons pour le salut éternel. Le prophète ne parle pas non plus d'un jour particulier, mais du temps considérable de la grâce divine, dans ce passage : « En ce jour, les sourds entendront les » paroles de ce livre... » Par ce mot de jour nous devons donc entendre le temps, ce temps dans lequel Dieu au commencement créa toutes choses (3). »

Le vénérable Bède est le premier docteur ecclésiastique, parmi ceux qui admettent la réalité des six jours, qui ait si nettement et si clairement affirmé que la création de la matière première avait eu lieu en un temps dont la durée est indéterminée. Plusieurs théologiens, entre autres Petau, ont accepté depuis son opinion. Ce dernier déclare formellement qu'il est impossible de savoir « quel intervalle s'est écoulé entre la création de la matière première et les six jours génésiaques (4). »

(1) « Diem hoc loco Scriptura pro omni illo tempore posuit quo primordialis creatura formata est. »

(2) II Cor., VI, 2.

(3) « Appellationem diei pro significatione temporis positam intelligamus, illius videlicet quo hæc Deus in principio simul cuncta creavit. » *Hexaemeron*, l. I, t. XCI, col. 39.

(4) « In primis *ante dierum sex initium* solam cum aqua terram extitisse credimus... Habet hæc opinio fidem ex Mosis narratione qui, ante cœlum, id est firmamentum, terram et aquarum abyssum extitisse refert. Jam vero ex

Quoique l'écrivain anglais vît dans les six jours de la création des jours de 24 heures, il a remarqué cependant que la Bible employait le mot *dies* d'une manière assez vague. Saint Augustin avait dit en parlant du septième jour, duquel il n'est pas écrit comme des précédents qu'il eut un soir : « Le septième jour est sans soir et n'a point de coucher (1). » Le vénérable Bède a adopté sa pensée : « Le septième jour a eu un matin, mais il ne se termine par aucun soir, parce que, dit-il ailleurs, il n'a ni fin ni terme (2). » Le moine breton n'attache donc pas au mot jour un sens rigoureux. Il avait déjà remarqué auparavant que le premier jour de la création ne pouvait être un jour ordinaire (3). Il croit même que le premier jour pourrait bien désigner toute la suite des siècles : « *Dies unus*. Fortassis hic diei nomen *totius temporis* nomen est et omnia volumina sæculorum hoc vocabulo includit (4). »

Il pense enfin que les expressions soir et matin sont figurées : « Qu'est-ce que le soir, si ce n'est l'achèvement

aqua subtilissimum in vaporem attenuata, ut Augustinus libro 1 *de Genesi ad litteram*, c. 12, et Beda in Hexaemero perhibent et Michael Glycas, die secundo partim cœlestia corpora, partim aerem... Deus elaboravit... Illud Severiani valde probatur, « prima die ex nihilo Deum omnia creasse ; reliquis » autem diebus ex jam extantibus. » Ubi primam diem non lucis tantum creatione circumscribit, sed, quod ante illam factum est, id eidem tribuit. *Quod intervallum quantum fuerit, nulla divinatio potest assequi.* » Petau, *De mundi opificio*, l. I, c. X, p. 270.

(1) « Dies autem septimus sine vespera est nec habet occasum. » *Confess.*, l. XIII, c. XXXVI, n° 51, t. I, éd. Gaume, col. 409.

(2) « Septimus dies cœpit a mane et in nullo vespere terminatur. » *In Pent. Gen.*, c. II, t. XCI, col. 203. — « Quia finem non habet nec ullo termino clauditur. » *De sex dierum creatione, de die* 7a, in fin., t. XCIII, col. 218.

(3) « Appellavit lucem diem, quia dies adhuc non erat formata. Idemque dies circa spatium factæ rei appellatus est...Similiter noctem appellavit, quæ adhuc minime formata erat, quia nox ista, quæ nobis notissima est, facit eam esse absentiam solis super terram. Quia, decidente sole, vocamus vesperam ; inchoante mane appellamus diem. Nox autem hic privatio operis est, aut nox ipsa possibilitas est appellata, quæ in rebus est factis, unde fieri potest, etiamsi non mutentur. » *Ibid.*, *de* 1a *die*, t. XCIII, col. 210.

(4) *In Pentat. Comm. In Gen.* I. t. XCI, col. 194.

de chaque œuvre, et qu'est-ce que le matin, si ce n'est le commencement de l'œuvre suivante (1) ? »

Le vénérable Bède avait-il compris la portée de ces dernières paroles? Il est difficile de le savoir. Ce qui est certain, c'est que de savants exégètes n'interprètent pas aujourd'hui autrement ces termes bibliques et qu'il a frayé ainsi la voie aux commentateurs modernes.

Nous sommes arrivé au terme de notre analyse historique. D'après l'exposé qu'on vient de lire des idées des Pères latins sur le premier chapitre de la Genèse, on voit qu'ils ont reproduit, d'une manière moins systématique et plus éclectique, la plupart des idées que nous avions déjà rencontrées chez les Pères orientaux. Ils ne se sont pas plus entendus entre eux que ces derniers sur le sens de plusieurs parties importantes du récit de la création ; à part l'explication exclusivement allégorique de Philon, de Clément et d'Origène qu'aucun d'eux n'a adoptée, toutes les autres opinions des Grecs ont eu des défenseurs parmi les Occidentaux.

V

CONCLUSIONS.

Après avoir étudié en détail les idées des Pères sur la cosmogonie biblique, jetons un coup d'œil en arrière, pour tirer de cette étude quelques conclusions.

Ce qui frappe tout d'abord dans l'exposé qui précède, c'est la diversité des sentiments des anciens auteurs ecclé-

(1) « Quid est vespere, nisi ipsa perfectio singulorum operum? et mane, id est, inchoatio sequentium. » *Ibid.*, t. XCIII, col. 210. Il dit aussi dans son *Commentaire sur la Genèse*, t. XCI, col. 194 : « Vespere in toto illo triduo, antequam luminaria essent, consummati operis terminus non absurde fortasse intelligitur. Mane autem futuræ operationis significatio. »

siastiques sur l'interprétation scientifique du premier chapitre de la Genèse. Autant ils s'accordent sur le sens dogmatique de la Préface du livre sacré, autant ils diffèrent sur la manière d'entendre le mode et les détails de la création. Nous avons vu qu'ils se partagent en deux camps opposés sur un point capital, le temps qu'a duré la création; les uns, comme Clément d'Alexandrie, Origène, saint Athanase, saint Augustin et autres, croyant qu'elle a eu lieu en un instant, les autres qu'elle a été successive. Les divergences sont bien plus grandes encore dans toutes les questions particulières.

Que résulte-t-il pour nous de cette absence d'accord parmi les Pères?

Alors même que ces écrivains vénérables auraient été unanimes dans leur explication scientifique de l'origine du monde, nous ne serions nullement obligés de nous en rapporter à leurs opinions, parce que la science n'est pas un dépôt, conservé par la tradition, comme la vérité révélée. Il faut croire, en matière de foi, *quod semper*, *quod ubique;* il faut accepter, dans le domaine scientifique, les progrès certains qu'apporte dans la suite des siècles l'accumulation des observations des expérimentateurs. Nous ne sommes pas plus liés par les idées scientifiques des Pères que les savants d'aujourd'hui ne le sont par les savants d'autrefois ; nous pouvons les rejeter, sans leur manquer de respect, avec la même liberté que les astronomes contemporains rejettent le système de Ptolémée.

Mais si l'exégète eût conservé son indépendance, alors même que les Pères eussent été d'accord, à combien plus forte raison garde-t-il le droit de se former une opinion personnelle, au milieu du conflit et de la fluctuation d'opinions que nous avons historiquement constatés (1). Le théo-

(1) Il est certain que l'autorité des Pères n'est décisive qu'en matière de foi et à la condition que leur témoignage soit unanime. C'est ce qu'a toujours enseigné l'Église. Le Concile du Vatican, répétant à peu près dans les mêmes termes ce qu'avait dit à ce sujet le Concile de Trente, s'exprime ainsi : « Quo-

logien lui-même a le droit de choisir le sentiment qui lui plaît davantage, en matière dogmatique, quand la tradition ancienne est divisée et vacillante, à moins que l'Église n'ait tranché depuis le différend ; l'autorité infaillible ne s'est jamais prononcée, non seulement sur l'interprétation scientifique de la cosmogonie biblique, mais pas même sur la question de la création simultanée. C'est donc un fait avéré et incontestable que le catholique peut expliquer la cosmogonie mosaïque, en lui donnant le sens qui lui paraît le plus conforme aux données de la véritable science, à la seule condition d'observer les règles de l'herméneutique et de l'interprétation des Livres saints.

Après avoir constaté l'indépendance et les droits de l'exégète, en matière scientifique, examinons jusqu'à quel point on peut prétendre que nous nous écartons aujourd'hui de l'enseignement patristique.

Ce qui en fait le fond, dans la question présente, ce ne sont pas les détails eux-mêmes, puisque les Pères ne s'entendent pas entre eux ; ce sont les principes qu'ils ont sui-

niam vero, quæ Sancta Tridentina Synodus de interpretatione divinæ Scripturæ ad coercenda petulantia ingenia salubriter decrevit, a quibusdam hominibus prave exponuntur, nos, idem decretum renovantes, hanc illius mentem esse declaramus, ut *in rebus fidei et morum, ad ædificationem doctrinæ christianæ pertinentium*, is pro vero sensu Sacræ Scripturæ habendus sit, quem tenuit ac tenet Sancta Mater Ecclesia, cujus est judicare de vero sensu et interpretatione Scripturarum Sanctarum ; atque ideo nemini licere contra hunc sensum, aut etiam *contra unanimem consensum Patrum* ipsam Sacram Scripturam interpretari. » *Const. dogm. de fide cathol.*, c. II. Aucun Père ne représente à lui seul la doctrine de l'Église ; c'est leur nombre et leur accord qui fait leur autorité *in rebus fidei et morum ad ædificationem doctrinæ christianæ pertinentium.* Ces paroles du Concile du Vatican sont empruntées au Concile de Trente et Fessler dit au sujet de ce dernier : « Non itaque S. Synodus statuit, piaculum esse a Patribus discedere in quæstionibus historicis, philosophicis, mathematicis, physicis, astronomicis, geographicis aliisque hujusmodi rebus, quibus Sacræ Litteræ materiam vastam suppeditant. » *Institutiones Patrologiæ, Auctoritas SS. Patrum in Expositione S. Scripturæ* 1850, t. I, p. 55. Voir S. Vincent de Lérins, Melchior Cano, *Loc. Th.* VII, cap. III, concl. 4, Migne, *Cursus Compl. Theol.*, t. I, col. 474. Cf. Brugère, *De Ecclesia*, part. I, c. 3, n° 66, 2e édit. p. 246.

vis et qui sont communs à tous. Ces principes sont qu'il faut se servir de la raison, de la science, dans ses données certaines, pour interpréter la cosmogonie mosaïque. Le motif qui porta l'école d'Alexandrie à imaginer la création simultanée, ce fut, nous l'avons vu, celui de concilier la Bible avec les systèmes philosophiques alors en vogue, dans ce qu'ils paraissaient contenir de vrai (1). La plupart des écrivains ecclésiastiques ont également appuyé leurs interprétations cosmogoniques sur ce qu'ils croyaient être la science d'alors. Nous avons entendu saint Augustin proclamer avec force la nécessité de mettre d'accord l'exégèse avec les données scientifiques, « acquises par le raisonnement ou l'expérience (2). »

Ce principe de nos maîtres dans la foi est le nôtre. Si nous ne sommes point d'accord avec eux dans les détails, ce n'est pas parce que le principe a changé, c'est parce que la science a progressé. Nous faisons ce qu'ils auraient fait à notre place. Ils acceptaient ce qu'enseignaient les savants d'alors; nous acceptons ce qu'enseignent les savants d'au-

(1) Origène soutenait même expressément que les connaissances profanes sont nécessaires à quiconque veut étudier l'Écriture sainte. *Philocalie*, c. XIV ou *in Gen.*, t. III, t. XII, col. 88 ; S. Grégoire le Thaumaturge rapporte qu'il enseignait à ses disciples la physique et l'astronomie avant de leur expliquer la Bible. *In Orig.*, n. 8, Patr. gr. t. X, col. 1077. Cf. Mgr Freppel, *Origène*, t. I, p. 45 et suiv.

(2) « Certissima ratione vel experientia teneat.» *De Genesi ad litt.* l. I, c. XIX, n° 39, *Opera*, édit. Gaume, t. III, col. 219. S. Augustin dit un peu plus haut, *ibid.*, n. 38, en parlant des erreurs possibles de l'interprète, au sujet de la lumière créée le premier jour : « Quod si factum fuerit, non hoc habebat divina Scriptura, sed hoc senserat humana ignorantia. » Il dit aussi l. II, c. I, n. 2, col. 224 : « Nunc quemadmodum Deus instituerit naturas rerum, secundum Scripturas ejus, nos convenit quærere, non quid in eis vel ex eis ad miraculum potentiæ suæ velit operari.» D'où S. Thomas tire ce principe : « In prima constitutione naturæ non quæritur miraculum, sed quid natura rerum habeat, ut Augustinus dicit. » *Summ. Th.* q. LXVII, a. 4 ad 3. Cf. q. LXVIII, a. 2 ad 1. — Le cardinal Franzelin résume en ces termes l'opinion de S. Augustin sur l'utilité que l'exégète peut tirer de l'étude des sciences naturelles : « Interpretatio in locis scripturæ quæ agunt de rebus naturalibus, multum juvari potest per scientias naturales. » *Tractatus de tradit. et Script.*, 2a edit. 1875, p. 731.

jourd'hui (1). Il n'y a donc un changement dans l'interprétation, que parce qu'il y a un changement dans la science, et ce changement n'est pas imputable à la théologie mais à la science elle-même, qui par sa nature est progressive. Personne ne s'avisera de reprocher à la science ses progrès. Pourquoi nous défendrait-on de nous en servir, puisque nous n'abandonnons pas nos traditions dans ce qu'elles ont de fondamental et d'essentiel, mais que nous continuons, au contraire, à appliquer les principes qui ont guidé, dans tous les temps, les interprètes des saintes Écritures ? Plus la connaissance de la nature augmente, plus le texte sacré devient clair pour nous ; mais son autorité reste toujours la même.

Allons encore plus loin et montrons que non seulement nous conservons les règles posées par nos Pères, mais que nous gardons une partie importante de leurs explications. Quoique, d'une part, nous ne soyons nullement obligés d'accepter les idées scientifiques des docteurs chrétiens, et quoique, d'autre part, ils ne fussent pas des savants de profession, le plus grand nombre d'entre eux étaient des hommes éminents par leur intelligence comme par leur vertu, et la pénétration de leur esprit leur a fait découvrir, dans le texte sacré, des vérités ignorées alors de la foule et confirmées maintenant par les découvertes de notre époque.

(1) Le Christianisme, loin d'être nuisible à la science, en a été, au contraire comme la mère nourricière. Un savant peu suspect, très favorable aux théories de Darwin, M. de Candolle, fait les remarques suivantes qui sont fort justes : « Les pays non chrétiens sont complètement étrangers au mouvement scientifique. Il ne faudrait pas en conclure à la nécessité d'être chrétien pour être un savant distingué, puisque beaucoup d'exemples contrediraient cette assertion. Il est permis de dire seulement que la religion chrétienne, par une influence générale sur la civilisation, a été favorable aux sciences. On peut affirmer, tout au moins, qu'elle a été, à l'époque moderne, la seule religion qui ait coïncidé avec un développement scientifique sérieux.» (A. de Candolle, *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles*, 1873, p. 120). Voir aussi De Smedt, *la Bible et la science* dans la *Revue des questions scientifiques*, janvier 1877, t. 1, p. 98 et suiv.

Parmi ces vérités, arrêtons-nous surtout à celle qui est la plus importante dans la cosmogonie : celle du sens qu'il faut attacher au mot jour dans le récit génésiaque. Les exégètes contemporains, qui acceptent les résultats de la géologie, soutiennent que ce mot ne doit pas se prendre au propre, pour une durée de vingt-quatre heures, mais au figuré, comme signifiant simplement temps. Eh bien, cette opinion, ils n'en sont pas les premiers auteurs, nous la trouvons d'abord dans les Pères.

Aucun Père de l'Église n'a enseigné expressément, il est vrai, que les six jours de la création fussent des périodes d'une longueur indéterminée. On a dit que saint Justin et saint Grégoire de Nazianze avaient admis un long intervalle de temps entre la création de la matière et celle de la lumière (1). Cependant, à part les paroles de Bède que nous avons rapportées (2), on ne rencontre dans leurs écrits aucun texte concluant.

Nous avons remarqué que saint Augustin et le vénérable Bède disaient que le septième jour n'avait pas eu de soir ; mais ni l'un ni l'autre n'ont admis, ni soupçonné ce qu'on appelle aujourd'hui les jours époques. Tous les efforts qu'on a faits pour interpréter dans ce dernier sens quelques textes de l'évêque d'Hippone sont infructueux. Comment aurait-il pu soutenir que les six jours génésiaques désignaient un long espace de temps, lui qui enseignait qu'ils signifiaient seulement un instant ? Plusieurs passages des Pères que nous avons rapportés (3) attestent qu'ils

(1) *Huxley und Mivart*, *Das Ausland*, 1871, p. 1248.

(2) Voir plus haut p. 32, note 2, pour le texte de S. Grégoire de Nazianze et p. 71, pour le texte du vénérable Bède. Il faut remarquer d'ailleurs qu'ils ne parlent pas dans ces passages des jours mosaïques, mais du temps qui les a précédés.

(3) On cite des textes de Pères ou de théologiens qui ne prouvent point tout ce qu'on veut leur faire prouver. Ainsi, par exemple, on rapporte le mot de Banez : « Dies potest accipi pro quacumque duratione et mensura. » En réalité, ce théologien n'accepte pas cette explication. Il dit formellement : « Dies qui narrantur, Gen. c. 1°, esse proprie naturales dies atque distinctos. » *In 1am*, q. LXXIII, a. 2, 1a conclusio, *Scholastica Commentaria*, Douai, 1614, t. II, p. 97.

avaient très bien vu que la Bible emploie le mot jour dans un sens indéfini ; mais ils n'avaient pu songer, à cause de l'état des sciences à leur époque, à faire au premier chapitre de la Genèse l'application de ce sens. Nous ne pouvons douter d'ailleurs que plusieurs d'entre eux, conformément à leurs principes, n'adoptassent le système des jours époques, s'ils vivaient aujourd'hui.

Du reste, quoi qu'il en soit de ces points de détail, peu nous importe ; il ressort de notre exposition historique, d'une façon péremptoire, que toute une école patristique célèbre, celle d'Alexandrie, en Orient, et qu'un grand nombre de Pères latins, saint Augustin, à leur tête, ont soutenu que le mot jour, dans le premier chapitre de la Genèse, doit s'entendre, non pas dans le sens propre, mais dans le sens figuré. Ils ne l'ont pas expliqué de la même manière que nous, je le veux bien, mais il n'en demeure pas moins certain que nous n'innovons pas en l'interprétant dans un sens figuré (1).

Bien plus, quelques-unes des raisons alléguées par les Pères pour établir leur opinion gardent aujourd'hui encore toute leur valeur. Nous pouvons répéter avec Origène que la Bible même nous donne à entendre que les jours génésiaques ne sont pas des jours ordinaires, des jours solaires, puisqu'elle nous apprend elle-même que, pendant les trois premiers jours génésiaques, le soleil n'existait pas encore.

(1) On voit par là ce qu'il faut penser de l'assertion de quelques naturalistes libres penseurs qui prétendent que la doctrine catholique oblige d'entendre les six jours de la création de jours de 24 heures : « Jusqu'à ce que l'autorité catholique responsable, dit M. Huxley, par exemple, l'archevêque de Westminster, ait formellement déclaré que Suarez avait tort (en regardant les jours génésiaques comme des jours de 24 heures), et que les prêtres catholiques sont libres d'enseigner à leurs troupeaux que le monde n'a pas été fait en six jours naturels,... je me croirai, pour ma part, obligé de croire que la doctrine de Suarez est la seule qui soit sanctionnée par l'autorité infaillible, telle qu'elle est représentée par le Saint Père et l'Église catholique. » *Mr. Darwin's Critics, Contemporary Review*, novembre 1871, p. 456. Ceux qui écrivent de telles phrases peuvent être de savants naturalistes, mais ils ignorent totalement les croyances catholiques.

Nous avons le droit de faire remarquer aussi avec lui et avec saint Augustin que le mot jour, dans le langage scripturaire, ne désigne pas partout un espace de vingt-quatre heures, puisque, au commencement du second chapitre de la Genèse, il désigne la période entière de la création : « Telles sont les générations du ciel et de la terre, quand ils furent créés, *au jour* où le Seigneur Dieu créa le ciel et la terre, et tous les arbustes des champs, avant qu'ils eussent paru sur la terre et toutes les herbes des champs, avant qu'elles eussent poussé (1). »

Mais les Pères ne nous fournissent pas seulement des raisons à faire valoir en faveur des découvertes modernes de la science; quelques-unes de leurs explications sont complètement d'accord avec elles.

La plupart des savants admettent aujourd'hui que l'univers a existé d'abord à l'état informe : ce n'est que successivement que la matière première s'est transformée et qu'ont été produites les créatures diverses qui composent aujourd'hui le monde.

Cette opinion, nous l'avons vu, est celle de saint Éphrem, de saint Basile, de saint Grégoire de Nazianze, de saint Grégoire de Nysse, de saint Ambroise, de Sévérien de Gabales et d'autres encore. Saint Augustin, quoiqu'il admît la création simultanée, l'explique cependant dans certains passages de ses écrits en termes qu'on pourrait presque reproduire dans un traité moderne sur l'origine des choses :

« Au commencement, dit-il dans son premier livre *De la Genèse contre les Manichéens*, Dieu créa le ciel et la terre. Sous le nom du ciel et de la terre est désignée toute créature faite et produite par Dieu. La créature est ainsi appelée du nom des choses visibles, à cause de la faiblesse des petits, qui sont peu aptes à comprendre les choses invisibles. La matière a donc été créée premièrement confuse et informe, afin que les êtres individuels et qui ont une forme

(1) Gen. II, 4.

fussent tirés de là ; c'est ce que les Grecs nomment, je crois, chaos... Cette matière informe que Dieu a tirée du néant a donc été appelée premièrement ciel et terre, et il est écrit : « Au commencement Dieu créa le ciel et la terre, » non pas parce que c'était déjà (le ciel et la terre), mais parce qu'elle était destinée à le devenir (1). Quand nous considérons la semence d'un arbre, nous disons qu'elle contient les racines, le tronc, les branches, les fruits et les feuilles, non pas parce qu'ils y sont mais parce qu'ils doivent en sortir. C'est en ce sens qu'il a été dit : « Au commencement Dieu fit le ciel et la terre, » c'est-à-dire, la semence du ciel et de la terre, lorsque la matière du ciel et de la terre était encore confondue (en un seul tout) ; parce qu'il était certain que le ciel et la terre devaient sortir de là, cette matière est déjà appelée (par anticipation) le ciel et la terre... Nous trouvons dans les saintes Écritures des exemples innombrables de locutions pareilles (2). »

C'est ainsi que nous trouvons en Orient et en Occident un grand nombre de Pères d'accord, pour expliquer, d'après la Genèse, l'origine du monde, comme les savants modernes.

Nous avons eu occasion de remarquer aussi que plusieurs d'entre eux, de même que les savants de nos jours, ne pensaient pas que le soleil eût été, à proprement parler, créé le quatrième jour. Si les détails qu'ils donnent à ce sujet ne sont pas tous exacts, à cause de l'ignorance de leur époque sur la véritable nature de la lumière, il n'en demeure pas moins établi qu'ils se rapprochent des théories modernes.

Il en est de même pour quelques autres points de détail qu'il est inutile de relever minutieusement. Ce que nous avons déjà dit est suffisant pour le but que nous nous sommes proposé. Il nous semble avoir démontré que l'exégèse

(1) Non quia jam hoc erat sed quia hoc esse poterat.

(2) *De Genesi contra Manich.* l. I, c. V-VII, n. 9-11, t. I, col. 1052-1053.

catholique n'a jamais changé de principes et qu'elle fait aujourd'hui ce qu'elle a fait toujours : elle voit dans la sainte Écriture la parole même de Dieu, mais mise à la portée des hommes et exprimée, par conséquent, en langage humain. De tout temps, les chrétiens se sont servis des sciences pour interpréter la Bible ; toute découverte scientifique jette un jour nouveau sur quelque point du texte sacré. Les Pères ont vu là-dessus une partie de la vérité, celle que leur permettait de voir la science de leur temps ; nous continuons leur œuvre en nous servant de la science du nôtre et, comme eux et avec eux, nous croyons que *nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest.*

F. Vigouroux,
Prêtre de Saint-Sulpice.

LES COURANTS SECONDAIRES

Recherches sur l'électricité, par Gaston Planté. Paris, A. Fourneau, 1879.

Quand l'homme, trouvant son effort personnel trop faible, s'est adressé aux forces de la nature et leur a demandé secours, il les a généralement trouvées toutes prêtes à le servir, et son esprit n'a dû s'ingénier qu'à diriger leur travail.

Souvent même elles se présentaient à lui avec une générosité de puissance qui lui devenait un embarras ou un danger, et ce fut un nouveau problème de modérer leur énergie, de n'en prendre qu'une part minime en se mettant à l'abri du reste.

Les grands courants atmosphériques, le glissement isolé de larges veines liquides à travers les eaux de l'Océan, la chute des fleuves et l'élan de ces masses d'eau sur la pente douce de leur lit, l'irrésistible expansion des vapeurs et des gaz contenus d'abord et soudainement déchaînés, c'étaient là autant de forces dont la puissance dépassait surabondamment les besoins de l'homme. Il lui restait à les guider. Le moteur était à nos ordres, il restait à le mettre à l'œuvre.

Dans les différentes directions que nous venons d'indiquer, le progrès successif des découvertes a porté sur l'outil qu'il

fallait confier aux mains de ces forces dont la nature se montrait si prodigue.

Il en fut tout autrement de l'électricité.

Il n'est pas, dans le domaine si étendu et si divers des sciences, il n'est pas de recoin si ignoré où l'on n'ait entrevu quelque lumière, quelque secours, quelque profit à tirer de l'électricité. De toutes les branches de la physique il n'en est pas dont les applications soient plus nombreuses.

L'astronomie lui a demandé de l'aider à déterminer ses longitudes, de reproduire au milieu de ses instruments l'incandescence du gaz qu'elle voyait brûler au sein du soleil, de pointer avec une précision sans égale la seconde et la fraction de seconde qui marque le temps des phénomènes célestes.

La physiologie l'emploie tous les jours pour remplacer, dans ses expériences, l'excitation vitale : elle la retrouve à l'œuvre, trahie par des instruments d'une délicatesse extrême, dans tous les mouvements musculaires.

La médecine a fait mieux de l'électricité... elle l'a façonnée à la manière d'un médicament et l'électricité ne s'est pas montrée revêche à ce nouveau rôle.

La chimie lui a demandé de dissocier des éléments, d'en rassembler d'autres.

On pourrait parcourir ainsi toutes les sciences et on les verrait toutes attendre de l'électricité quelque secours, se trouver toutes prêtes à l'employer; l'instrument, l'outil, tout est à la main.

Il en serait de même si l'on passait à l'industrie. Et ici encore l'outil est prêt. Qui ne se rappelle avoir vu fonctionner ces petits électromoteurs aux formes multiples et, parmi tous, l'appareil si parfait et si élégant de Foucault.

Il n'y a guère que les mathématiques pures, trop nobles de race pour avoir recours à un autre effort que celui de la pensée, qui aient pu se passer d'elle.

L'électricité a donc pénétré partout et partout on lui a fait place. Ceci me fait souvenir d'un mot de Fontenelle :

« Telle est la nature des vérités scientifiques, disait-il, — et les faits n'en diffèrent pas — telle est leur nature qu'elles sont toujours prêtes à recevoir parmi elles d'autres vérités et leur laissent pour ainsi dire des places qu'elles n'ont qu'à venir prendre. » Mais ce qui fait défaut ici, ce qui reste un problème, c'est précisément, non plus l'outil, mais le moteur.

Où trouver l'électricité ?

Sans doute nous connaissons les sources où on la puise; mais elles nous fournissent avec une parcimonie désespérante l'électricité que nous leur demandons. Il nous en faudrait des flots, il en arrive un mince filet ! Et qui ne sait ce qu'il en coûte de peine, d'ennui, de travail et d'argent.

Voici donc la question qui, à ce point de vue, commande toutes les autres : produire l'électricité et en produire beaucoup, la produire longtemps, et la produire à peu de frais.

Nous n'en avons jusqu'aujourd'hui que des solutions fort incomplètes.

En 1808, Gay-Lussac et Thénard recevaient de l'Empereur une dotation spéciale, pour dresser dans les caves de l'École polytechnique une pile de 600 éléments. A la même époque Davy manipulait à la Société Royale de Londres une pile de 2 000 éléments. Le rendement de ces appareils était considérable, mais, après quelques heures de travail généreux, ces immenses machines étaient frappées de paralysie. C'était beaucoup, si l'on veut, mais ce n'était pas longtemps, par dessus tout c'était fort coûteux.

Les éléments à deux liquides présentent une nouvelle solution du problème : ils fournissent beaucoup et longtemps, mais encore à grands frais de travail, d'ennui et d'argent. Le plus petit faisceau de lumière électrique demande une batterie de 50 à 100 éléments Bunsen. Or, il suffit d'avoir une fois en sa vie amalgamé les zincs, décapé les contacts, versé les liquides, respiré les vapeurs de cinquante éléments Bunsen, pour ne plus aborder l'entreprise qu'avec une répugnance aussi naturelle que légitime. Une autre solution donne longtemps à peu de frais, mais... fort peu. Elle

est bien représentée par la pile Leclanché de nos sonneries électriques.

Je ne dis rien des sources électro-magnétiques : elles donnent beaucoup et longtemps, mais elles exigent, pour l'installation de la machine et de son moteur, des frais très considérables.

Le problème semblait donc tout entier debout et l'on peut dire que le chemin à faire pour le résoudre est immense. — Un de nos confrères de la Société scientifique, M. Gaston Planté, a trouvé une solution nouvelle, incomplète encore il est vrai, mais plus avantageuse pourtant que ses devancières. Son appareil est l'élément *secondaire*. Il donne beaucoup, à des frais relativement médiocres, mais... pas longtemps ; assez, toutefois, pour suffire à toutes les nécessités d'un laboratoire ou d'un cours.

Je ne sais s'il est bien exact de l'appeler une source d'électricité voltaïque. Dans nos fontaines publiques, un mince filet d'eau finit à la longue par emplir une vasque étendue, un bassin aux larges flancs, d'où l'on pourra, quand l'heure sera venue, faire jaillir le liquide à gros bouillons ; l'élément secondaire est plutôt un bassin qu'une source ; un réservoir énorme que le mince filet d'un élément primaire nourrit avec lenteur ; mais au moment voulu, il lance l'électricité à flots larges et généreux. C'est un grand pas de fait dans la voie de la découverte.

Une lame de zinc et une lame de platine plongeant dans de l'eau acidulée n'y déterminent aucune action chimique sensible, si le zinc est parfaitement pur. Mais si l'on vient à établir une communication métallique entre les deux lames à l'aide d'un fil de platine, l'action commence, le zinc se dissout et de l'hydrogène se dégage.

C'est à la surface du platine qu'a lieu ce dégagement d'hydrogène, et cette circonstance indique que le gaz n'est pas fourni par les molécules d'acide sulfurique monohydraté, qui abandonnent au zinc les éléments nécessaires à la forma-

tion de son sulfate. On est ainsi conduit à admettre que, dans toute la série des molécules comprises entre le zinc et le platine, il y a échange simultané et réciproque des éléments, ainsi que l'indique le diagramme ci-dessous :

$$
\begin{array}{lcccccccc}
 & SO^4 & SO^4 & SO^4 & & SO^4 & SO^4 & \\
Z & | & | & | & \cdots\cdots & | & | & P \\
 & H & H & H & & H & H & \\
 & SO^4 & SO^4 & SO^4 & & SO^4 & SO^4 & \\
Z\ SO^4 & | & | & | & \cdots\cdots & | & | & H\ P \\
 & H & H & H & & H & H &
\end{array}
$$

Cet échange réciproque doit, en effet, amener l'hydrogène libre sur la surface du platine.

Durant cette action chimique, commençant avec elle pour finir avec elle, un courant d'électricité voltaïque a traversé les lames et le circuit, allant au sein du liquide du zinc au platine et dans le circuit métallique du platine au zinc.

Telle est, dans ses éléments constitutifs et dans sa théorie, la pile voltaïque, la pile *primaire*. Elle présente deux phénomènes simultanés, parallèles, une décomposition chimique et un courant électrique. En les voyant inévitablement associés, nous croyons pouvoir établir entre eux une relation de causalité, et nous disons que l'action chimique détermine, dans le circuit, cet état particulier que nous appelons le courant électrique.

Si l'on vient à rompre le circuit métallique extérieur et à plonger les deux extrémités du fil de platine dans une éprouvette contenant de l'eau acidulée, la masse liquide ferme le circuit, momentanément interrompu, et le courant électrique issu de la pile primaire décompose l'eau de l'éprouvette. Ce sont là des expériences classiques. De l'oxygène se dégage à l'extrémité du circuit en communication avec le platine, et de l'hydrogène à l'extrémité du circuit en communication avec le zinc.

Le diagramme que voici représente le jeu théorique de cette décomposition :

```
      H    H    H          H    H
Z     |    |    |   ....  |    |      P
      O    O    O          O    O
      H    H    H          H    H
Z o   |    |    |   ....  |    |      H P
      O    O    O          O    O
```

Si maintenant l'on mesure d'une part la quantité d'hydrogène dégagée à la surface de la lame de platine dans la pile primaire, et de l'autre la quantité d'hydrogène rendue libre à l'extrémité du circuit en communication avec le zinc, dans l'éprouvette, on trouve que ces deux quantités sont égales. C'est ce qui a donné naissance à la loi fameuse de Faraday: « L'action chimique en tous les points d'un même circuit reste identique à elle-même. »

Quand on procède à ces mesures, on couvre les deux extrémités du circuit de deux petites cloches dans lesquelles le gaz s'accumule. Au bout d'une action plus ou moins longue, l'une des deux cloches contient un volume donné d'oxygène, l'autre un volume double d'hydrogène.

Si l'on interrompt alors le circuit de la pile, toute décomposition cesse ; mais vient-on, après avoir écarté la pile, à la remplacer par un arc métallique, réunissant ainsi les fils dont les deux extrémités sont plongées dans l'éprouvette, aussitôt un courant électrique traverse ce circuit nouveau ; il est de sens inverse à celui qui avait déterminé la décomposition du liquide. Et si l'on cherche quelle est l'action chimique qui lui donne naissance on trouve, chose assurément remarquable, que c'est la recomposition de l'eau décomposée d'abord ; il disparaît de chacune des éprouvettes des quantités de gaz en rapport convenable pour reformer le liquide. On peut, à l'aide de ce courant nouveau, décomposer une nouvelle quantité de liquide et l'on assiste à ce phénomène, l'un des plus beaux assurément que présente la

physique : un courant décomposant un liquide après être né de la recomposition du même liquide, et, la loi de Faraday s'appliquant encore, des quantités égales d'un gaz disparaissant en un point du circuit et reparaissant en l'autre : la synthèse de l'eau produisant son analyse.

Cette source nouvelle d'électricité voltaïque n'est autre que la pile *secondaire*. Ces courants secondaires furent observés peu de temps après la découverte de la pile de Volta. Gautherot fut le premier à les découvrir en 1801 (1).

Ritter d'Iéna construisit bientôt après des piles secondaires ; mais, chose singulière et pourtant tout à fait dans l'allure de l'esprit humain, il les fit à colonne, avec des rondelles de feutre, comme la pile primaire de Volta, et l'on devait plonger la machine dans un bassin d'eau acidulée d'où on la retirait ensuite toute ruisselante. On ne connaissait alors que les piles à colonne, et Ritter n'imaginait point qu'une pile pût se plier à une forme moins disgracieuse. C'est bien le fait de l'esprit humain : il est si rare qu'il découvre tout d'une pièce ; il transforme ou il ajoute et, même quand il aborde un chemin nouveau, il semble avoir peur de s'écarter de la voie ancienne et tâche de s'y raccrocher toujours par quelque endroit (2).

Ritter employa à cette pile les métaux divers : l'or, le platine et l'argent lui donnèrent les meilleurs résultats. Le plomb, l'étain et le zinc se montrèrent inertes.

Volta, Marianini et Becquerel donnèrent la théorie de ces nouveaux appareils, puis la question reposa jusqu'en 1826. On ne songeait pas alors à tirer quelque profit des piles secondaires ; leur action était trop fugitive.

En 1826, de La Rive les étudie à nouveau et attribue le courant qu'elles engendrent à une polarisation des lames immergées ; de là le nom de courant de polarisation donné

(1) *Mémoires des Sociétés savantes et littéraires de la République française*, 1801.

(2) Exposé des travaux de Ritter par Œrsted. *Journal de physique*, 1803, t. 57, p. 345.

au courant secondaire. La polarisation des piles ne fut jamais nettement définie dans ses causes ; mais le mot de polarisation n'était pas sans quelque cachet scientifique, et on lui pardonna de couvrir une théorie assez vide.

Vers la même époque Grove imagina la pile à gaz. Il en construisit une batterie de 50 éléments et en obtint des résultats remarquables (1).

Le métal qu'il employait était le platine platiné, en d'autres termes, des lames de platine laminé sur lesquelles on dépose, par des procédés de galvanoplastie, un précipité très fin de platine.

Bien que cet appareil fût d'un prix élevé et sans autre usage dans les laboratoires que la démonstration simple du phénomène, il est peu de cabinets de physique qui n'en possèdent quelques éléments.

Faraday, Wheatstone, Schœnbein, Poggendorff, Lenz, Becquerel, Du Moncel, Gaugain, etc. ont depuis étudié à diverses reprises les piles secondaires et leurs courants. Mais il était réservé à M. Planté de conduire cette étude à un point qu'aucun autre n'avait pu atteindre, et à transformer la pile secondaire en instrument de grande puissance, d'un prix accessible, d'une manipulation aisée et d'un secours journalier dans les cours et les laboratoires.

Quand M. Planté aborda la question , voici donc à peu près où l'on en était. On savait que les électrodes baignées dans les gaz issus de l'électrolyse pouvaient, quand on les associait entre eux, donner naissance à un courant électrique ; mais ce pauvre courant était si éphémère, que nul ne songeait à l'employer pour déterminer des effets prolongés : il était si faible que c'eût été folie d'imaginer qu'il pourrait remplacer dans nos laboratoires les puissantes batteries primaires auxquelles on avait coutume de recourir. Pouillet raconte avec une certaine admiration naïve que cinq personnes ont pu sentir la petite secousse donnée par une batterie de Grove !

(1) *Phil. Trans.* 1843, et *Archives de l'Électricité*, t. 3, p. 489.

L'histoire des découvertes est singulière. La nature, en vérité, semble se jouer de nous quand il lui prend fantaisie de nous révéler ses mystères.

Parfois la bonne fortune, dans un de ses caprices, les jette au premier venu. Celui-ci les reçoit, les regarde et souvent n'y voyant rien, les rejette au bord de la route, poursuivant son chemin sans plus regarder en arrière. « Le moindre grain de mil ferait bien mieux son affaire. » — D'autres fois, souriant à un observateur habile, elle l'illumine comme d'un éclair. C'est le premier secret trahi ; mais celui qui l'a entrevu n'a plus de repos, il est dévoré du feu cuisant de la curiosité scientifique ; il doit découvrir tout le reste du mystère.

Enfin, et quoi qu'on aime à dire, ce pourrait bien être le cas le plus fréquent, elle révèle des lois toutes grosses de conséquences cachées. A l'homme de les dérouler une à une, lentement, péniblement, à grands efforts de raison, d'expérience et de patience, comme on déroule un écheveau de fil enchevêtré. Ce fut ainsi que dut procéder M. Planté.

Sa découverte ne fut point une de ces révélations soudaines dont la fortune favorise parfois le savant. Ce fut le résultat et la récompense d'une longue recherche dirigée suivant les méthodes les plus rationnelles.

Que voulait-il ? Transformer le courant chétif de la pile secondaire en un courant énergique. Transformer le courant éphémère de la pile secondaire en un courant durable.

Il se mit d'abord à étudier tout le détail des phénomènes que présente la pile secondaire.

Les variations que subit la décomposition de l'eau quand on fait varier la nature des électrodes furent l'objet principal de sa recherche. Il construisit donc des piles à électrodes de cuivre, d'argent, d'étain, de plomb, d'aluminium, de fer, de zinc, d'or et de platine.

La figure 1 représente le voltamètre employé ; il pouvait, comme on le voit, recevoir quatre fils pour étudier dans certains cas la part prise par chaque électrode à la production du courant secondaire.

La figure 2 représente la disposition générale des appareils. Une pile primaire P dont l'intensité est mesurée par un galvanomètre G, décompose l'eau du voltamètre V. Quand la décomposition est suffisamment avancée, le jeu d'un commutateur I lance le courant secondaire dans trois galvanomètres G_1, G_2, G_3. L'un de ces galvanomètres est remplacé par une boussole des sinus quand on veut mesurer l'intensité du courant secondaire, et que les indications des deux autres galvanomètres ont donné une première idée approximative de la force. Dans chacune de ses expériences, M. Planté mesurait, pour pouvoir établir ensuite des comparaisons exactes, l'intensité du courant primaire, la rapidité de la décomposition du liquide, l'intensité du courant secondaire qu'elle déterminait. De plus, durant l'expérience, il suivait de près tous les détails de la décomposition elle-même. Voici, comme exemple, l'observation très intéressante à laquelle donnèrent lieu les électrodes de cuivre.

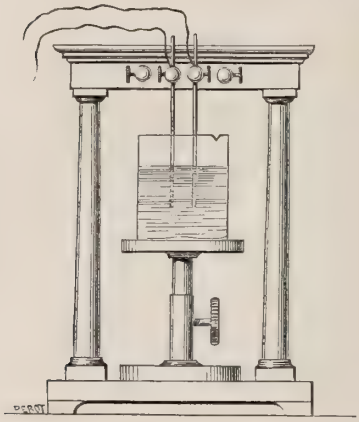


Fig. 1.

« Le cuivre présente, dans un voltamètre, une série de phénomènes qui montrent nettement l'influence exercée par l'oxydation du métal au pôle positif et par l'action plus ou moins dissolvante du liquide qui l'entoure sur l'intensité du courant primaire.

» Si on fait passer, dans un voltamètre à fils de cuivre et à eau acidulée par l'acide sulfurique, le courant d'un ou deux couples de Bunsen, on observe trois périodes bien distinctes :

» 1° Aussitôt que les communications sont établies, le fil positif noircit, sans dégager de gaz ; le fil négatif donne un abondant dégagement de gaz hydrogène, et le galvanomètre accuse une forte déviation.

» 2° Le dégagement d'hydrogène diminue et s'arrête un instant presque complètement. L'aiguille du galvanomètre revient très près de 0°. Cette période correspond à la formation de l'épaisseur maximum de la couche d'oxyde de cuivre autour du pôle positif.

» 3° Le courant primaire étant arrêté, la dissolution de l'oxyde de cuivre commence : le fil positif se dépouille de la plus grande partie de la couche d'oxyde qui l'enveloppe et donne naissance à un écoulement de sulfate de cuivre sous la forme d'un filet liquide bleuâtre et dense allant gagner la partie inférieure du vase.

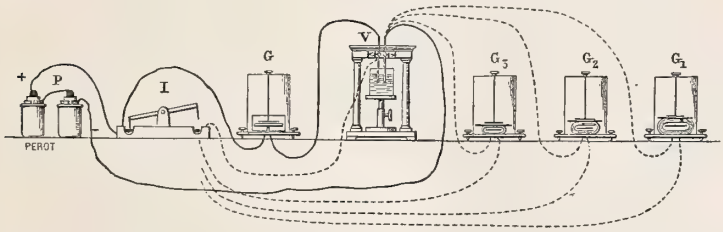


Fig. 2.

» En même temps le dégagement d'hydrogène reprend sur le fil négatif, mais il est moins abondant que pendant la première période. La déviation du galvanomètre augmente également, mais elle est loin d'atteindre la déviation primitive.

» Le courant ayant repris une certaine intensité, il semble qu'une nouvelle couche d'oxyde devrait se déposer sur le fil, et alors les phénomènes d'arrêt et de reprise se manifesteraient indéfiniment tant que durerait le passage du courant principal. Mais la couche de sulfate de cuivre, formée autour du fil, produit, en s'écoulant, un mouvement qui empêche l'oxyde d'adhérer en couche épaisse, et lui permet de se dissoudre en grande partie à mesure qu'il se forme. Le fil positif, une fois dépouillé de la première couche d'oxyde formée ne paraît plus s'en recouvrir, et le

cuivre continue de se dissoudre sans que la phase de l'oxydation préalable soit visible. Le métal n'est que légèrement terni.

» L'intensité du courant, pendant la troisième période, est réduite au $\frac{1}{6}$ environ de celle qu'on observe dans les premiers instants ; elle résulte de l'équilibre entre deux actions qui tendent à se produire presque simultanément, la formation d'un oxyde mauvais conducteur sous l'influence sans cesse agissante du courant et la dissolution de cet oxyde par l'eau acidulée du voltamètre.

» Toutefois, cette proportion entre l'intensité primitive et l'intensité finale ne se maintient pas toujours la même ; elle varie beaucoup suivant la durée de l'expérience ; car le liquide se chargeant peu à peu de sulfate de cuivre, le fil négatif se couvre de cuivre réduit et pulvérulent ; la conductibilité du voltamètre s'accroît par suite de ce dépôt et l'intensité du courant primaire tend naturellement à augmenter (1). »

Tous les voltamètres ne présentent pas ces trois périodes, ces trois phases distinctes. Le voltamètre à fils de plomb ne présente que les deux premières ; ce qui se conçoit, le peroxyde formé autour du pôle positif étant insoluble. Mais, chose remarquable, c'est à cette particularité que le voltamètre à fils de plomb doit de fournir les courants secondaires les plus intenses. Je laisse parler M. G. Planté.

« Le plomb, recouvert de peroxyde, se comporte dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique d'une manière exactement inverse de celle du zinc dans le même liquide. Il tend à décomposer l'eau, en s'emparant de l'hydrogène, et à devenir le pôle positif d'un couple, si on l'associe à du plomb non oxydé, tandis que le zinc pur tend à décomposer l'eau en s'emparant de l'oxygène et devient le pôle négatif d'un couple qu'il forme avec un autre métal.

(1) *Recherches sur l'électricité*, p. 11.

» A cette cause de développement d'un courant secondaire par le voltamètre à électrodes de plomb, s'ajoute encore l'effet produit sur le fil ou la lame du pôle négatif, lorsque le circuit du voltamètre est fermé sur lui-même, après le passage du courant primaire.

» Sous l'action du courant primaire, la lame de plomb placée au pôle négatif ne subit pas un changement aussi marqué que celle du pôle positif ; cependant, comme le plomb est toujours plus ou moins oxydé par son exposition à l'air, elle est ramenée à un état métallique plus ou moins parfait par l'hydrogène éminemment réducteur de la pile et sa nuance passe du gris bleuâtre à un gris blanc beaucoup plus clair.

» Lorsqu'on ferme ensuite le circuit secondaire, l'eau étant décomposée à l'intérieur du couple, en même temps que l'hydrogène se porte sur la lame peroxydée, l'oxygène se porte sur la lame maintenue précédemment métallique par le courant primaire et l'oxyde légèrement. Cette oxydation est même visible ; car la lame de plomb négative se ternit immédiatement, dès qu'on ferme le circuit secondaire. Une lame de plomb seule, ou associée à une autre lame de plomb identique ne s'oxyderait pas ainsi dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, et ne donnerait naissance à aucune force électro-motrice, pas plus que le zinc pur ou amalgamé dans les mêmes conditions. Mais, de même que la liaison du zinc pur ou amalgamé avec un autre métal moins attaquable, plongeant également dans l'eau acidulée, ou mieux encore dans un liquide pouvant se combiner avec l'hydrogène, détermine l'attaque du zinc, et, par suite, le développement d'un courant, de même la liaison d'une lame de plomb ordinaire avec une lame de plomb peroxydée qui tend à décomposer l'eau en s'emparant de l'hydrogène, détermine en même temps l'oxydation de l'autre lame et, par suite, le développement d'un supplément de force électro-motrice provenant de cette oxydation.

» Telle est la double action chimique qui se produit

dans un voltamètre à fils de plomb, dès qu'on ferme le circuit secondaire, après la rupture du courant primaire, et telle est la double cause du développement du courant secondaire énergique obtenu avec ce métal (1). »

Nous avons voulu reproduire tout au long cette observation de M. Planté parce qu'elle servit de point d'appui à sa découverte.

Voici du reste les résultats généraux auxquels il aboutit :

La décomposition de l'eau est proportionnelle à l'intensité du courant primaire et cette intensité elle-même est en raison inverse des résistances que le courant éprouve dans le circuit qu'il traverse.

Le fait même de la décomposition de l'eau détermine un dépôt d'oxyde sur l'électrode positive et un dépôt de métal sur l'électrode négative.

Le dépôt de l'oxyde, généralement mauvais conducteur, augmente la résistance du circuit et par suite diminue l'intensité du courant primaire. Le dépôt du métal agit en sens inverse, il diminue la résistance en augmentant la surface du conducteur et par suite il augmente l'intensité du courant primaire.

Ces deux actions inverses ne sont pas égales en valeur ; la première l'emporte sur la seconde ; et leur résultante détermine un minimum d'intensité dans le courant primaire, minimum qui dans certains cas donnés peut devenir nul. — C'est cet affaiblissement très connu du courant primaire dans les piles à un seul liquide qui porte le nom de *polarisation*, et l'on dit de la pile arrivée à cet état qu'elle est *polarisée*. Nous venons d'en découvrir la cause : elle est tout entière dans l'accroissement donné à la résistance du circuit par le voile d'oxyde qui couvre l'électrode positive. Le secret de la polarisation était donc bien simple, mais encore fallait-il le découvrir.

Quand le dépôt d'oxyde est soluble dans le liquide ou

(1) *Recherches sur l'électricité*, p. 17.

l'électrolyte que l'on décompose, il finit par disparaître assez pour permettre à nouveau le passage au courant : c'est alors que le phénomène présente les trois phases décrites plus haut en traitant du voltamètre à électrodes de cuivre.

Quand, au contraire, l'oxyde est insoluble, la polarisation de la pile est définitive. Et c'est le cas pour le voltamètre à électrodes de plomb.

Ces résultats remarquables ne touchent encore que le courant primaire.

Dans chacun de ses voltamètres et à chacune des phases qu'ils présentaient, M. Planté étudia le courant secondaire.

Il trouva d'abord que l'intensité du courant secondaire, dans un même voltamètre, reste sensiblement égale, quelle que soit la phase après laquelle on le produise.

Résultat très remarquable et renversant les théories qui prétendaient donner pour cause unique aux variations croissantes du courant primaire, le jeu antagoniste du courant secondaire.

Il trouva ensuite que le voltamètre à électrodes de plomb est celui qui engendre le courant secondaire le plus intense et en même temps le plus durable.

Et Ritter avait trouvé le plomb inerte !

D'où venait ce résultat contradictoire ? D'un détail. Ritter n'employait comme électrolyte que de l'eau salée ; il se forme alors autour de l'électrode négative un chlorure de plomb assez peu soluble et assez mauvais conducteur pour réduire le courant aux $\frac{5}{100}$. Ce chétif courant échappait aux appareils de Ritter, et, n'en apercevant pas la trace, il en niait l'existence. Ce qui montre combien en science il est dangereux d'affirmer plus qu'on ne voit et de prendre le pas sur la nature.

Les expériences qui conduisaient à ces résultats conduisaient aussi à l'interprétation du phénomène. La voici telle que la conçoit M. G. Planté ; j'emprunte encore ses paroles.

« Le courant secondaire provient de plusieurs causes :

» 1° Avec la plupart des métaux, il est dû en majeure partie à la réduction de la couche d'oxyde formée sur l'électrode positive par l'action du courant primaire, et à l'oxydation de l'électrode négative qui a été amenée ou maintenue à un état métallique parfait par le dégagement de l'hydrogène.

» 2° Avec les métaux difficilement oxydables, tels que l'or et le platine, le courant secondaire est dû, en majeure partie, à l'action que l'hydrogène a exercée, au pôle négatif, pendant le passage du courant primaire, soit en s'alliant au métal de l'électrode, soit en modifiant la composition chimique même du liquide qui l'environne, soit en s'y dissolvant simplement en petite quantité. L'alliage ainsi formé, le liquide ainsi modifié ou le gaz hydrogène dissous tendent à se recombiner ensuite avec l'oxygène provenant de la décomposition de l'eau, pendant la fermeture du circuit du voltamètre sur lui-même, et fournissent par suite l'un des éléments de la force électromotrice du courant secondaire observé.

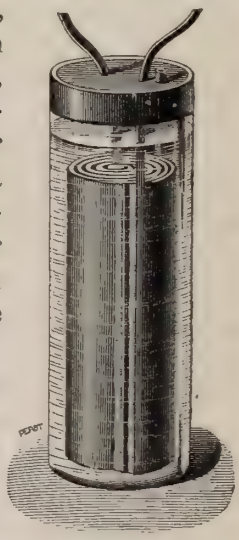


Fig. 3.

» Mais ce courant secondaire est dû aussi, en même temps, quoique dans une moins forte proportion, d'une part à la faible oxydation de l'électrode positive des métaux dont il s'agit, pendant le passage du courant primaire ; d'autre part à la formation de composés très oxygénés avec le liquide même du voltamètre, et enfin au gaz oxygène dissous dans l'eau en petite quantité autour de l'électrode. Le métal faiblement oxydé, le liquide modifié et le gaz oxygène dissous se recombinent ensuite avec l'hydrogène, lorsque le circuit secondaire est fermé et fournissent un autre élément de la force électro-motrice totale du voltamètre (1). »

(1) *Recherches sur l'électricité*, p. 31.

Après ces recherches, le choix du métal destiné à former la pile secondaire n'était point malaisé. C'était au plomb qu'il fallait s'arrêter ; l'intensité du courant auquel il donnait naissance, sa durée, le prix modéré du métal, sa malléabilité extrême, tout le commandait.

Restait à diminuer autant que possible sa résistance électrique, mais il suffisait pour cela d'accroître la surface des électrodes.

La disposition d'un appareil nouveau présente parfois de grandes difficultés, et il est rare que du premier coup il apparaisse sous sa forme définitive. Qui ne se souvient avoir vu les immenses tables d'Ampère toutes sillonnées de leurs filets de mercure, surchargées d'équipages encombrants, avec leurs colonnes de bronze, leurs commutateurs, et l'enchevêtrement incroyable de leurs lames conductrices. De nos jours, cette énorme machine modifiée par M. Bertin tiendrait tout entière sur un pied de 50 centimètres.

M. Planté conçut dès l'abord son élément secondaire sous une forme qu'il n'abandonnera plus, tant elle est simple et naturelle.

C'est en 1860 que M. G. Planté construisit le premier modèle de ses éléments ; il rappelait par la disposition extérieure les éléments primaires d'Offershaus et de Hare (fig. 3).

Deux lames de plomb séparées l'une de l'autre par une toile épaisse étaient enroulées en spirale et plongées dans un bocal plein d'eau acidulée au dixième d'acide sulfurique. Elles formaient les électrodes et constituaient l'élément secondaire. Il était aisé de les associer en batterie et de les disposer en surface ou en tension, comme on a coutume de le faire pour les piles primaires (fig. 4).

Une autre disposition se présentait à l'esprit : au lieu d'enrouler les lames, on pouvait les laisser planes et les superposer à la manière des condensateurs Foucault. M. Planté en fit l'essai, mais ces lames étalées fléchissent, se déforment et arrivent à des contacts qui compromettent l'isolement nécessaire des électrodes. C'est donc à la pre-

mière forme qu'il a fallu s'en tenir : seulement la grosse toile a été remplacée par des bandes de caoutchouc.

Ainsi disposé et garni de ses bornes, de son commutateur, de ses communications diverses, l'élément, le plus ordinairement en usage, présente un aspect très élégant, qui peut rivaliser avec celui des grands éléments au bichromate (fig. 5).

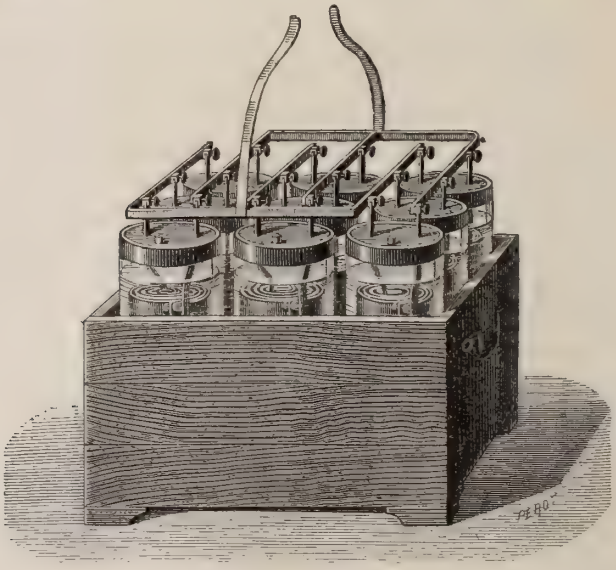


Fig. 4.

La force électromotrice de cet élément est remarquable; quand on la veut mesurer avec rigueur, il faut, sous peine d'aboutir à des résultats discordants, distinguer entre la force du courant naissant et la force moindre du courant qui le suit. Il est en effet bien facile de constater qu'au moment même de la fermeture du circuit, le courant se présente avec un maximum de puissance, décroît ensuite très rapidement, arrive à son minimum, et s'y maintient pendant toute la durée de la charge.

Il suffit pour cela de l'employer à rougir un fil de platine. Dès l'abord l'incandescence du fil est très vive et peut

aller jusqu'à la fusion. Après quelques instants l'incandescence se modère et se maintient ensuite à un degré toujours égal.

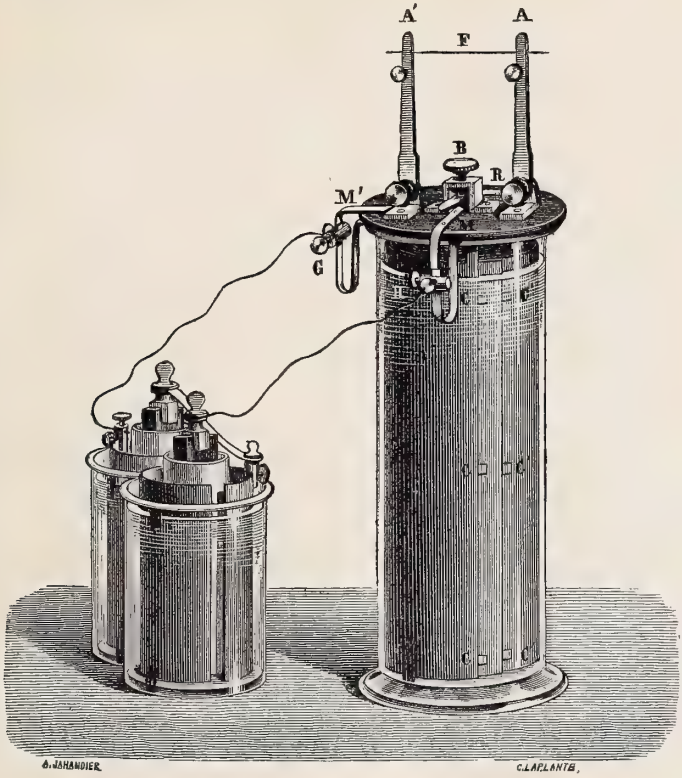


Fig. 5.

Les mesures exactes de la force électromotrice répondent à ces variations, qu'on les effectue avec la boussole des sinus ou avec la balance électro-magnétique. — Le courant initial soulève 0 gr. 236. Un couple Bunsen ne soulève que 0 gr. 164. En sorte que la force électromotrice de la pile Planté, au moment de la naissance du courant, serait 1,44, celle de la pile Bunsen étant 1. Après quelques minutes elle n'est plus que 1,17.

Cette puissance considérable serait cependant de peu

de valeur, si la durée du courant qu'elle produit était aussi restreinte qu'elle l'est dans des instruments analogues. Quelle est la durée du courant secondaire dans l'élément Planté ? Il est impossible de répondre à la question ainsi posée, par un chiffre catégorique.

La pile secondaire peut être très exactement comparée, comme je l'ai fait plus haut, à un réservoir. Elle emmagasine une quantité donnée d'électricité comme un réservoir d'eau emmagasine une quantité donnée de pluie. Tous deux ont leur trop-plein qui leur défend de dépasser un maximum de charge ; une fois ce maximum atteint, que l'on demande la durée pendant laquelle ils débiteront la provision qu'ils ont faite, c'est provoquer aussitôt une autre question : Quelles seront les dimensions de l'orifice ouvert à l'écoulement ?

Ainsi un couple secondaire qui rougira, dix minutes durant, un fil de platine d'un millimètre de diamètre, maintiendra incandescent, pendant une heure entière, un fil de platine de 0,2 de millimètre.

Toutes choses égales d'ailleurs, la durée de la décharge d'un élément secondaire dépend de la résistance du circuit qu'il traverse.

« Avec une résistance de 50 mètres de fil de cuivre d'un millimètre de diamètre, mise dans le circuit d'un couple secondaire, et d'une boussole des sinus dont le fil avait une résistance de 3 mètres, nous avons obtenu une intensité sensiblement constante pendant une heure environ (1). »

Cette constance du courant secondaire, aussitôt après le maximum initial, est chose remarquable. On s'attendait à une décroissance continue. Mais non, il y a une forte chute à l'origine, puis une longue marche à niveau, puis à la fin cessation brusque. Le fait est là.

Un autre fait, bien remarquable encore, que présentent les éléments secondaires est l'apparition de résidus analogues

(1) *Recherches sur l'électricité*, p. 66.

à ceux que manifestent les condensateurs d'électricité statique.

Si l'on interrompt le circuit aussitôt après la décharge, et qu'on le referme après une demi-heure, il y a une décharge nouvelle. Si l'on met un plus grand intervalle entre la première décharge et la seconde, celle-ci pourra durer deux ou trois minutes.

Ceci nous amène à l'une des qualités les plus saillantes des piles Planté : un élément convenablement chargé se maintient en charge pendant deux et trois semaines. On peut même le maintenir indéfiniment en charge en le laissant en rapport avec deux ou trois éléments de Daniell ou de Callaud, tels que ceux qu'on emploie en télégraphie. Il n'est pas besoin, je pense, d'insister sur un tel avantage. C'est on le voit, comme une provision d'électricité faite à l'avance, toujours à la main de l'opérateur et dont il use comme d'une provision d'eau ou de gaz, sans autre peine que de tourner un bouton comme on tourne un robinet.

Il était intéressant d'étudier le rendement des piles secondaires. M. Planté l'a fait d'une manière aussi élégante que simple.

Il établit en rapport avec deux éléments Bunsen un élément secondaire, et l'y laisse jusqu'à ce qu'il ait atteint son maximum de charge. Durant ce même intervalle, deux autres éléments Bunsen de même surface sont employés à couvrir d'un dépôt de cuivre une lame de platine préalablement pesée. Le poids du métal ainsi déposé mesure le dépôt et le travail des piles qui ont chargé l'élément secondaire.

Aussitôt après que celui-ci a atteint son extrême limite de charge, on l'emploie à son tour à couvrir de cuivre une lame de platine de même dimension que la première. Le poids du dépôt métallique, dans ce dernier cas, mesure le travail de l'élément secondaire.

Or, en comparant ainsi le travail fourni pendant la

charge avec le travail rendu pendant la décharge, on trouve que celui-ci est à peu de chose près les $\frac{39}{100}$ de celui-là.

En résumé donc, l'élément secondaire de Planté fournit un courant électrique une fois et demie plus intense que l'élément Bunsen.

Ce courant il le tient en réserve, à la volonté de l'opérateur, des semaines entières après avoir été mis en charge.

Et quand on le lui demande, il le fournit avec constance pendant une heure, plus qu'il n'en faut pour le plus grand nombre de nos essais et de nos expériences.

Toutefois, ce serait une illusion de croire que les batteries, livrées par le constructeur, fraîchement déballées et montées, sont prêtes à recevoir leur charge et à la rendre ensuite : elles ont besoin d'une certaine éducation, d'une *formation*, comme l'appelle M. Planté ; et ceci n'est pas malaisé à comprendre. Une première oxydation des lames par le courant principal n'est pas assez profonde, et la réduction qui suivra, quand le courant secondaire sera fermé, aura trop peu de durée. Il faut arriver à rendre les couches d'oxyde plus épaisses, leur réduction présentera alors des effets secondaires plus durables et plus énergiques. Après bien des tâtonnements, M. Planté s'est arrêté à un procédé de formation qu'il expose en détail dans son livre.

Il est long et fastidieux, sans aucun doute, mais la batterie une fois formée ne perd plus les avantages de cette première éducation, et, par suite, n'exige plus qu'on le répète. — Je laisse parler M. Planté lui-même :

« Le couple secondaire ayant été rempli à l'avance d'eau acidulée au $\frac{1}{10}$ par de l'acide sulfurique pur, on le fait traverser, le premier jour que l'on s'en sert, six ou huit fois, alternativement dans les deux sens, par le courant de deux éléments Bunsen. On décharge le couple secondaire entre chaque changement de sens et on constate sans peine, soit par l'incandescence d'un fil de platine, soit par tout autre effet, que la durée de la décharge va sans cesse en croissant. On augmente peu à peu le temps pendant lequel le

couple reste soumis dans le même sens à l'action du courant primaire. On porte successivement cette durée, dès le premier jour, de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ heure et 1 heure. On le laisse finalement chargé dans un sens déterminé jusqu'au lendemain. Le lendemain, on le recharge deux heures en sens inverse, puis dans le premier sens, et ainsi de suite. On constate encore un gain dans la durée de la décharge. Mais il arrive

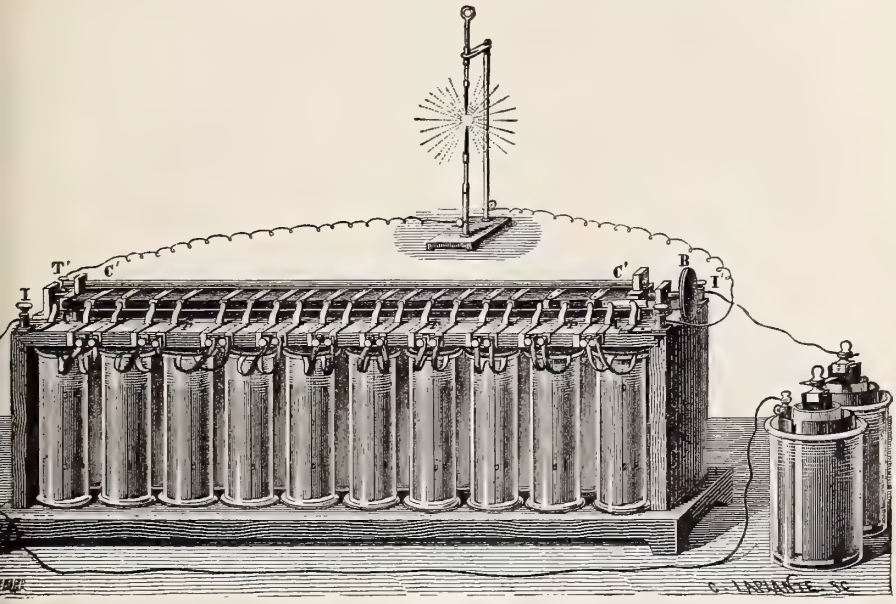


Fig. 6.

bientôt une limite au delà de laquelle cette durée n'augmente plus sensiblement, surtout lorsque la pile primaire, n'étant pas renouvelée, s'est affaiblie peu à peu par ces actions successives et n'a plus une intensité suffisante pour que l'électrolyse pénètre plus profondément à l'intérieur des lames.

» On laisse alors le couple secondaire au repos, pendant huit jours, et on le recharge en sens inverse, pendant plusieurs heures, sans faire le même jour de nouveaux

changements de sens. Puis on porte peu à peu l'intervalle de repos à quinze jours, un mois, deux mois, etc., et la durée de la décharge va sans cesse en augmentant. Elle n'a d'autre limite que l'épaisseur même des lames de plomb.....

» Lorsque des couples secondaires donnent un courant d'une durée suffisamment prolongée pour l'application qu'on veut en faire, il n'y a plus lieu de changer le sens du courant primaire chaque fois que l'on s'en sert. La provision de peroxyde de plomb accumulée sur la lame positive serait trop longue à réduire et l'on n'obtiendrait aucun effet du couple avant plusieurs heures. On adopte donc un sens définitif dans lequel on charge toujours les couples secondaires, une fois qu'ils sont suffisamment *formés* (1). »

J'ai dit qu'à la manière de toutes les piles, les éléments Planté se prêtaient à être associés en batterie. La figure 6 représente vingt couples secondaires associés ainsi. Un commutateur CC', travaillé à l'aide du bouton B, permet de les disposer en surface suivant le diagramme ci-dessous, (fig. 7) ou en tension suivant cet autre diagrame, (fig. 8).

M. Planté a formé ainsi des batteries de 800 couples secondaires. Quatre couples suffisent à les charger et réalisent l'effort de 1 200 éléments Bunsen.

La figure 9 représente la disposition de 400 éléments secondaires divisés en 10 batteries, chacune de 40 couples. Le voltamètre est représenté au moment où le courant électrique vient d'agir à sa surface. On voit encore la vapeur d'eau se dégager au-dessus du liquide à la suite du puissant effet calorifique produit par le passage du courant. Des rhéoscopes à fils de platine, sont placés sur les tables pour vérifier l'état des couples secondaires. D'autres grands rhéoscopes, à long fil de platine tendu entre des pinces, permettent d'examiner séparément, s'il y a lieu, l'état de chaque batterie.

(1) *Recherches sur l'électricité*, p. 53.

Les effets produits par ces batteries sont surprenants ; plusieurs phénomènes ont été réalisés pour la première fois par ces machines puissantes, et constituent des faits nouveaux dans les archives de l'électricité.

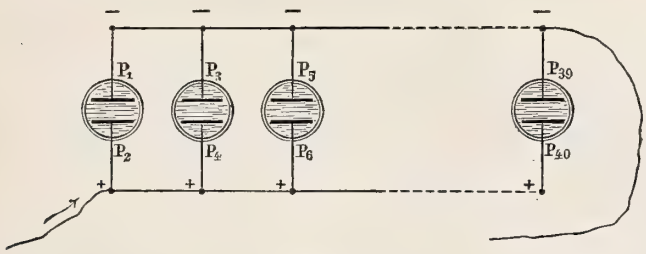


Fig. 7.

M. Planté les décrit tous dans son beau livre ; forcé de choisir, je me bornerai à en prendre deux séries, qui me semblent avoir un grand intérêt tant par leur nouveauté que par leurs analogies.

Il est d'abord bien évident que les batteries secondaires produiront tous les effets que produisent les batteries primaires. Il serait inutile de décrire ces effets généraux. Il en est un toutefois qui intéresse le physicien, et à ce titre on me permettra d'en dire un mot.

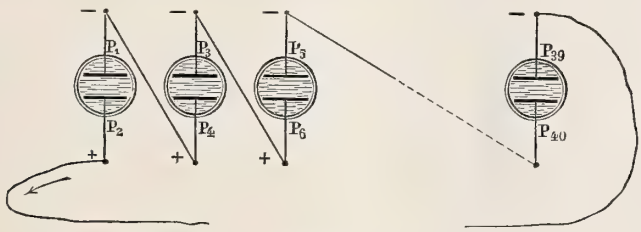


Fig. 8.

La décharge soudaine d'une batterie quelconque est particulièrement désagréable, quand une distraction ou une maladresse transforme momentanément en élément de circuit le corps même du physicien. La douleur peut être

intense, la surprise l'est toujours. Sans compter que l'ébahissement soudain de la physionomie, et le vif mouvement réflexe que la décharge provoque, compromettent gravement le prestige du professeur.

M. Planté nous raconte, dans une note encore émue, une de ces mésaventures : « Pendant trois ans nous avons été assez heureux pour éviter ce genre de commotions, mais lors d'une expérience faite dans ces derniers temps.... nous étant trouvé un instant en communication avec les extrémités dénudées des fils aboutissant à une série de 600 couples secondaires, nous ressentîmes aussitôt, non seulement une commotion extrêmement forte, mais l'impression d'un feu brûlant, traversant tout le corps, en remontant jusqu'à la nuque ; ce qui nous fit pousser malgré nous un cri terrible dont les personnes qui nous entouraient furent effrayées. Toutefois cet accident n'eut aucune suite fâcheuse. Mais il n'en eût pas été peut-être de même si les huit cents couples secondaires avaient été en fonction (1). »

M. Planté n'a pas trouvé utile, on le conçoit, de pousser sur ce point jusqu'à la certitude expérimentale.

Il n'est personne qui n'ait fait rougir et fondre sous l'action d'un courant électrique intense un fil métallique quelconque. M. Planté a étudié tous les détails du phénomène en les observant à l'aide d'une loupe et d'un verre coloré. Parlant des sphérules que forme bientôt le métal en fusion, il dit :

« 1° Leur surface liquide incandescente paraît agitée, ondulée et parsemée de taches de toute dimension (fig. 10), produites par des bulles gazeuses qui viennent de l'intérieur des globules, où elles causent aussi une vive effervescence ; — 2° ces bulles se développent si rapidement, qu'il est difficile de saisir leurs diverses phases ; on y distingue néanmoins des ombres, des pénombres et des parties brillan-

(1) *Recherches sur l'électricité*, p. 141, note.

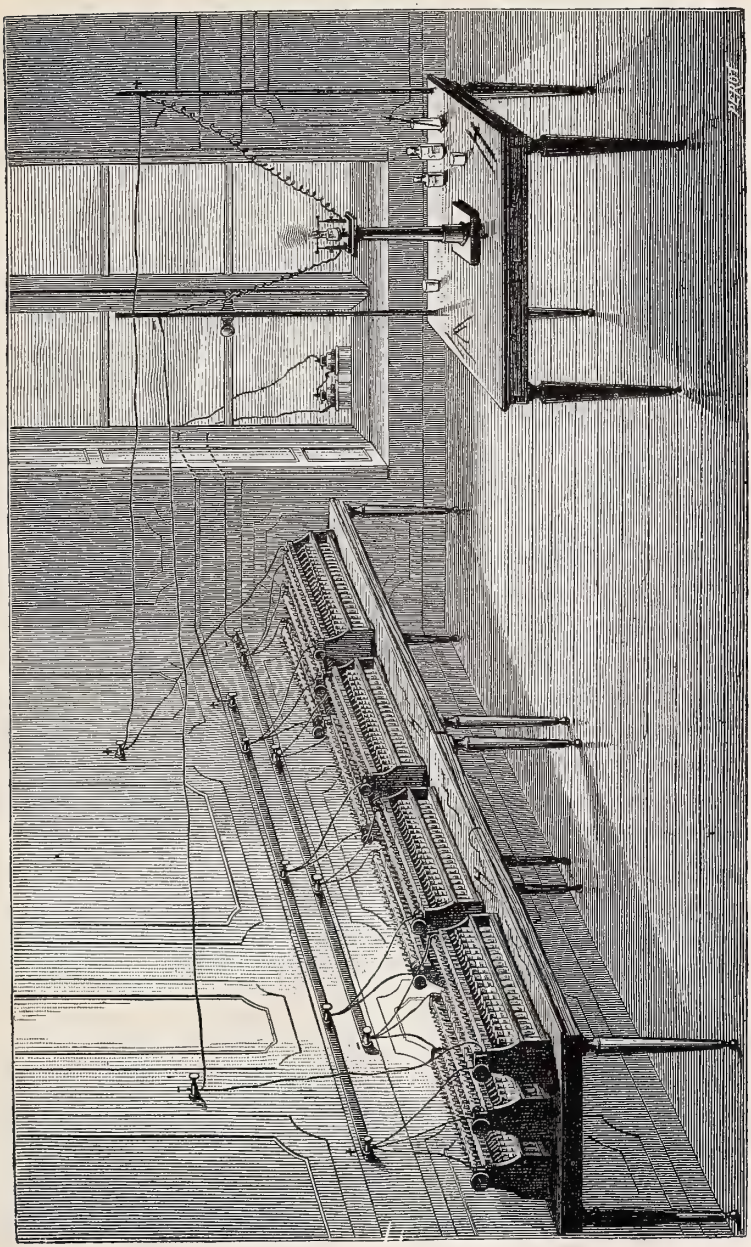


Fig. 9.

tes ; — 3° elles finissent par percer l'enveloppe liquide, en projetant des parcelles incandescentes ; — 4° les globules refroidis présentent une surface ridée et mamelonnée ; — 5° on reconnaît qu'ils sont creux et que leur enveloppe est d'autant plus mince que le métal renfermait plus de gaz en combinaison.

» Lorsque ces globules ont acquis un certain volume, ils se détachent souvent spontanément des extrémités du fil métallique ; mais quelquefois ils restent suspendus à l'extrémité de l'un des fils, et pendant le court instant qu'ils se maintiennent incandescents (fig. 11), après l'interruption du courant, on voit encore des taches se produire , et des bulles se dégager à leur surface (1). »

Nous dirons plus tard, et le lecteur le pressent déjà peut-être, que M. Planté découvre, entre ce phénomène si minuscule et les mouvements tumultueux qui agitent la surface du soleil, des analogies un peu hardies.

On avait remarqué depuis longtemps la forme ovoïde que, dans certaines circonstances données, le flux électrique affecte de préférence. M. Mascart, dans son *Traité d'électricité statique*, a longuement parlé de ces brillants phénomènes ; mais ce que nous allons dire était totalement inconnu avant les recherches de M. Planté.

Quand on plonge le fil négatif de la batterie dans une éprouvette pleine d'eau salée, et qu'on approche ensuite de la surface du liquide le fil ou l'électrode positive, on voit se former à l'extrémité de celui-ci un globule liquide, projetant une lueur vive (fig. 12). Ce globule paraît détaché de la surface comme un globule d'eau à l'état sphéroïdal sur la platine surchauffée. Comme pour augmenter l'analogie, cette formation est accompagnée d'un bruissement, d'une crépitation intense. Bientôt le globule augmente, il augmente encore, et devient une sphère d'un centimètre de diamètre ; elle est animée d'un mouvement de rotation

(1) *Recherches*, p. 58.

rapide autour de l'électrode qui lui sert d'axe, et, sous cette

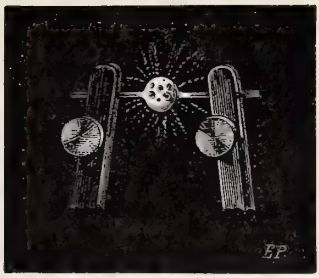


Fig. 10.

influence, elle s'aplatit au pôle et s'élargit à l'équateur (fig. 13). Sa vitesse se précipite, l'élargissement équatorial se prononce d'avantage, jusqu'à ce que la petite sphère se déchire et s'évanouisse. Au même moment, une vive et bruyante étincelle éclate au pôle négatif, et un nouveau globule apparaît au pôle positif, qui parcourra, lui aussi, toute la série des phénomènes que nous venons de décrire.

Il est à remarquer que, durant toute cette expérience, le pôle positif est demeuré à distance sensible du liquide et

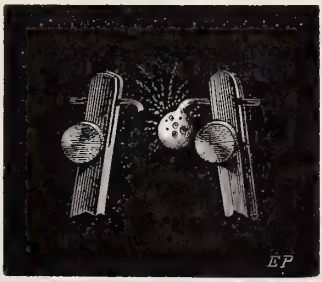


Fig. 11.

que la formation du globule suppose une aspiration exercée par le courant électrique.

Avec 800 couples, la sphère devient comme une houppe lumineuse, dont les rayons courbés se redressent pour se réunir à la pointe de l'électrode (fig. 14). Au pied de la houppe, des points bleus disposés en cercle, et souvent réunis deux à deux par des diamètres de lumière bleue, décrivent des rotations si rapides qu'ils finissent par se confondre, et ne plus former que des cercles lumineux concentriques servant de base à la gerbe électrique. Il y a là comme un kaléidoscope nouveau, rappelant les brillants phénomènes observés par M. Fernet dans l'étude des courants d'induction.

Fig. 12.

Fig. 13.

Avec une batterie de 400 couples, l'immersion de l'électrode positive produit, non pas un globule de liquide lumineux, mais d'innombrables globules éclatant avec bruit et se précipitant dans toutes les directions à plus d'un mètre de l'éprouvette (fig. 15) : c'est comme une pulvérisation de l'eau, rappelant, dans des proportions moindres, les solennelles visions d'une éruption volcanique.

Mais voici, me semble-t-il, où le phénomène apparaît dans ses conditions les plus remarquables.

Si l'on met en communication les deux pôles d'une batterie de 800 couples avec les armatures d'un condensateur à feuille de mica, la haute tension des électricités contrai-

res l'emporte bientôt en quelque point sur la résistance de la lame isolante : une étincelle la perce de part en part, et forme un globule ruisselant de lumière, qui se met lentement en marche et se promène avec un sifflement particulier tout le long du condenseur en traçant à sa surface les méandres sinueux d'un ruisseau dans une vallée.

Fig. 14.

Partout où il passe, un sillon profond est creusé, et, sur les bords du mica consumé, l'étain fondu forme comme un double chapelet de grains blancs (fig. 16).

Rien n'est plus bizarre que la marche de ce petit globule éblouissant que l'on voit cheminer lentement, hésitant sur la route à suivre, se décidant enfin d'après les résistances plus ou moins grandes qu'offre en chaque point la lame isolante.

Quand Claude Bernard décrit la marche de l'esprit humain dans les méthodes expérimentales il appelle « anticipation de l'esprit » cette idée préconçue qui, devant une observation saisissante, envahit soudain la pensée, devine au phénomène une cause encore inconnue ou bien associe entre eux deux catégories de phénomènes encore séparés.

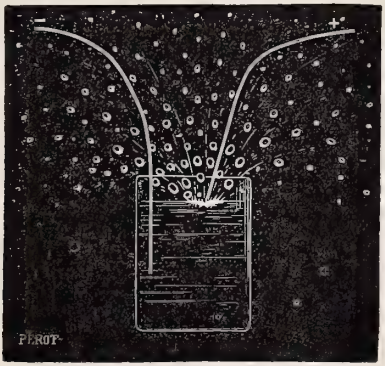


Fig. 15.

Quelque chose d'analogue se passe ici et, en présence

des globules électriques produits par les batteries de M.

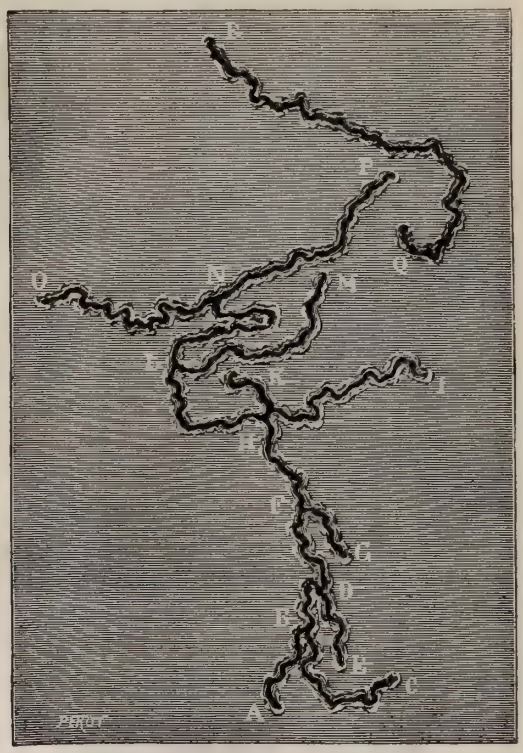


Fig. 16.

Planté, il est bien difficile de ne pas songer à la foudre globulaire. « Les éclairs en boule dont nous avons cité tant d'exemples, écrivait Arago, et qui sont si remarquables, me paraissent aujourd'hui un des phénomènes le plus inexplicables de la physique (1). » — « Il n'est qu'une circonstance, disait-il encore, dans laquelle le physicien ne sait pas engendrer ce que la nature produit avec tant de facilité ; il ne sait pas donner naissance au tonnerre en boule; il ne sait pas produire les agglomérations sphériques de

(1) *Notice sur le tonnerre*, p. 219.

matière, lesquelles se meuvent avec lenteur, sans perdre la propriété de fulminer les corps. Il y a, à ce sujet, dans la science, une lacune qu'il serait très important de combler (1). »

Arago ne serait-il pas satisfait aujourd'hui ?

Voici une série d'autres phénomènes non moins surprenants (fig. 17).

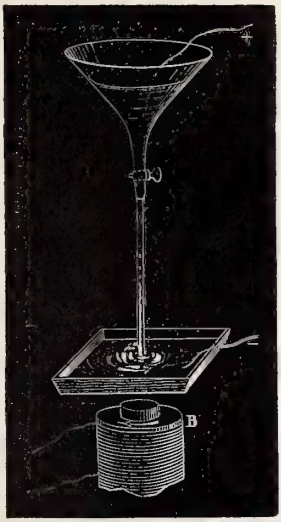


Fig. 17.

Une cuvette mi-pleine d'eau salée repose sur le pôle d'un électro-aimant; l'électrode négative plonge dans l'eau de la cuvette. Par dessus se trouve établi un entonnoir plein d'eau salée aussi, dans lequel plonge l'électrode positive. Au moment où l'on ouvre le robinet de l'entonnoir, la veine liquide ferme le circuit, il jaillit comme une cascade d'étincelles; mais ceci n'est que secondaire. Ce qui est remarquable, c'est que, du moment où l'électro-aimant

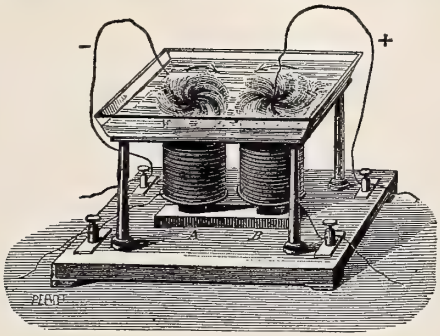


Fig. 18.

fonctionne, le liquide de la cuvette prend un mouvement gyratoire, dans le même sens que les aiguilles d'une

(1) *Notice sur le tonnerre*, p. 396.

montre si le pôle de l'électro-aimant est austral, et en sens contraire si le pôle est boréal.

On peut produire ce même phénomène d'une façon très élégante sans qu'il soit besoin d'une tension électrique fort élevée ; 10 à 15 couples Planté, ou 15 à 20 couples Bunsen suffisent (fig. 18). On supprime l'entonnoir. La cuvette repose sur les deux pôles d'un électro-aimant recourbé en fer à cheval, elle est remplie d'eau acidulée au dixième, et les deux électrodes y plongent comme dans le cas d'une électrolyse ordinaire; l'électrode positive est en cuivre et, au moment où le courant passe, il donne naissance à un nuage d'oxyde bleu qui, sans se dissoudre dans le liquide, y de-

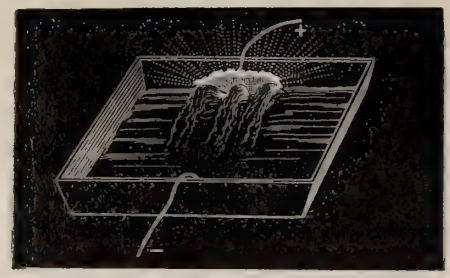


Fig. 19.

meure suspendu et le colore : ce qui rend visible le mouvement gyratoire déterminé autour de l'électrode comme autour d'un axe central.

On peut amener le fil positif, tantôt devant le pôle boréal de l'aimant, tantôt devant son pôle austral, et les mouvements persistent quelque temps encore après le passage du courant, on forme ainsi dans la cuvette deux spirales bleues, tournant côte à côte et en sens inverse, et toutes deux suivant la loi que nous énoncions plus haut.

Enlevons l'électro-aimant, et pour tout appareil contentons-nous de la cuvette (fig. 19), en approchant l'électrode positive du bord, et en l'appuyant contre le verre. Une lumière très vive apparaît soudain, et dans le liquide naît

un violent remous, formant comme une sorte de mascaret électrique, qui soulève de petits flots de 15 millimètres de hauteur. Si le flux rencontre sur certains points des inégalités de résistance, il peut se diviser et se partage en deux, trois et quatre monticules aqueux comme l'indique la figure.

Avec une batterie de 400 couples, quand on plonge progressivement l'électrode positive dans la cuvette, d'abord on aperçoit autour de l'électrode une couronne, une auréole (fig.20) ; bientôt l'auréole fait place à un arc bordé de fran-

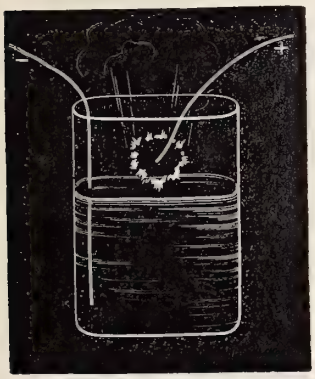


Fig. 20.

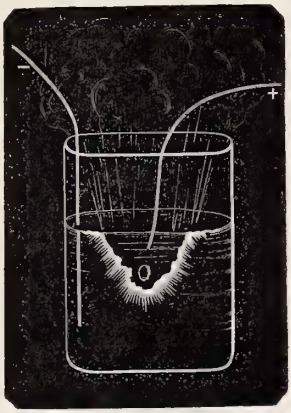


Fig. 21.

ges brillantes ; puis l'arc s'infléchit davantage, il creuse comme un cône au sein du liquide ; son contour est ondulé capricieusement, comme une vague roulant sur un lit de cailloux, des jets de vapeur s'élèvent en minces traits de feu et le liquide lui-même s'agite, en proie à un mouvement tourbillonnaire intense (fig. 21).

On dirait que le liquide fuit l'approche de l'électrode et pourtant voyez : « Si on introduit le fil positif dans un tube capillaire, en laissant toutefois un intervalle libre d'un demi-centimètre environ à son extrémité, on voit, aussitôt qu'on plonge le tube électrode dans l'eau salée, le liquide s'élever, avec une très grande rapidité, à une hauteur, de $0^m,25$ à $0^m,30$, » et, si le tube est terminé à cette hauteur, re-

tomber en nappe cylindrique, sillonnée de traits de lumière et de jets de vapeur (fig. 22).

« La bague lumineuse qui accompagne la chute du liquide, depuis la partie supérieure du tube jusqu'à la partie inférieure, et reparaît de nouveau spontanément, d'une manière intermittente, à la partie supérieure, pour redescendre encore, constitue l'un des effets les plus brillants et les plus curieux que nous ayons observés avec des courants électriques de haute tension (1). »

Fig. 22.

Dans toutes ces expériences que je viens de rappeler, et dans toutes celles que, faute d'espace, j'ai dû passer sous silence, on remarque que, dès que l'électrode positive arrive au contact, soit du verre soit de la porcelaine, il s'en échappe une lumière intense d'une vivacité surprenante. Ce n'est point à la chaux mêlée à la silice dans le verre qu'il faut attribuer cette éclatante lumière. Car, analysée au spectroscope, elle ne laisse voir aucune des raies du calcium.

Elle se produit d'ailleurs au contact de la silice pure à l'état de cristaux de quartz hyalin, comme le montre la figure 23. Aussi M. Planté l'a-t-il appelée lumière *électro-silicique*.

Nous pourrions prolonger encore longtemps cette revue des phénomènes produits par les batteries secondaires. Nous préférons renvoyer au livre où M. Planté les a décrits lui-même.

Sans doute, ils ne sont point l'effet spécial des éléments secondaires, et tout flux d'électricité suffisamment intense les produirait aussi bien ; mais c'est le propre des éléments

(1) *Ibid.*, p. 159.

secondaires de se prêter à fournir le courant électrique avec une intensité aussi remarquable, sans exiger, comme nous l'avons dit plus haut, des frais de temps, de travail et d'argent, qui ont empêché jusqu'ici de monter aussi grandement des batteries d'éléments primaires.

C'est également à ce point de vue qu'il faut se mettre pour juger des applications utiles des batteries Planté. Dans tous les cas où un courant de haute tension sera nécessaire, du moment où le temps exigé par le travail ne dépassera pas les limites que nous avons indiquées plus haut, c'est aux batteries Planté qu'il faudra recourir.

J'ajouterai qu'il faudra toujours recourir à elles dans les applications où la nécessité d'un courant intense peut se présenter à chaque instant. Elles seules, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, tiennent le courant en réserve des mois entiers, et comme sous la main de l'opérateur. Le nombre des applications déjà faites est considérable. C'est ainsi

Fig. 23.

que le frein électrique imaginé par M. Achard, est actionné par des batteries Planté ; M. Niaudet, M. Morin,

les emploient à déterminer à bord des navires les signaux lumineux.

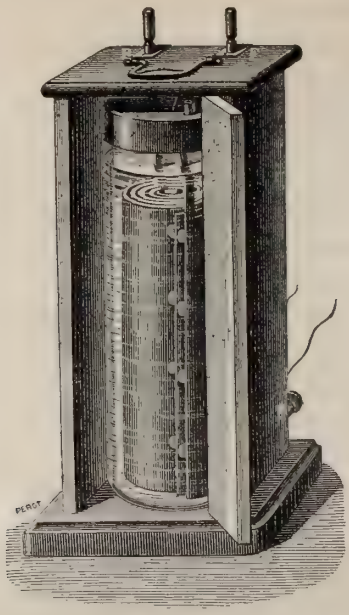


Fig. 24.

M. Thore, de Pau, s'en est servi dans ses recherches spectroscopiques, M. Guérin dans des travaux de galvanoplastie.

En un mot, les couples et les batteries secondaires peuvent être appliquées toutes les fois qu'il s'agit de produire, à un moment donné, un puissant effet électrique temporaire de quantité ou de tension. Dans des proportions d'intensité beaucoup moindres l'élément secondaire a servi à mettre en œuvre divers appareils d'un usage quotidien en médecine et en chirurgie: le laryngoscope, l'ophtalmoscope, l'otoscope, etc., de M. Trouvé, sont éclairés par la lumière qu'il produit en amenant à l'incandescence de légers fils de platine posés au centre du réflecteur. Des fils de platine rougis par le même procédé servent aux cautérisations, à celle de

la glande lacrymale, par exemple. Le Dr Onimus opérait ainsi sept ou huit sujets successivement sans être obligé de recharger l'appareil. Le Dr Moret les a employés dans le traitement des névralgies par cautérisation transcurrente et pour arrêter des hémorragies artérielles. L'élément Planté, dans tous ces cas, est enfermé dans une boîte (fig. 24) et chargé avant le départ. Une autre disposition (fig. 25) permet d'utiliser, soit un seul élément, soit deux éléments dans les cas d'intensité plus grande, soit le second élément après épuisement du premier. Les boutons C, D, C, commandent des contacts qui mettent en communication avec les bornes de l'appareil, soit la première pile, soit la deuxième, soit toutes deux simultanément. Mais nous devons nous arrêter dans l'exposé de ces applications ingénieuses.

De ces faits, assurément très remarquables, M. Planté déduit des théories destinées à rendre compte des phénomènes incomparablement supérieurs que la nature déroule parfois sous nos yeux, comme un défi jeté à la science. Nous avons parlé de la foudre globulaire; M. Planté en rappro-

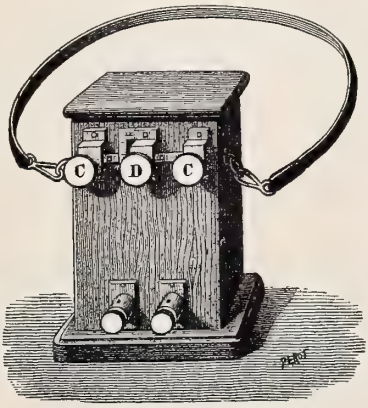


Fig. 25.

che les éclairs en chapelet si étonnants dans les formes qu'ils affectent (fig. 26). La figure que nous en reprodui-

sons a été donnée par M. Lawrence pendant un orage à Ampton (Suffolk). Elle n'est pas sans analogie avec les globules qui s'engrainent le long d'un fil de platine en fusion

Fig. 26.

sous l'action des batteries secondaires. Ces mêmes globules en fusion inspirent à M. Planté des considérations sur la formation des taches solaires. Les tourbillonnements des liquides devant l'électrode qui les approche lui rappellent les cyclones et les trombes; la pulvérisation de l'eau le conduit à la grêle.

Je ne voudrais ni contredire, ni appuyer ces théories. La prudence, cette vertu cardinale dans les recherches scientifiques, me défend l'un autant que l'autre. D'ailleurs M. Planté, avec une modestie rare, nous prévient dans sa préface et nous permet à l'avance cette position indécise.

« Le lecteur qui n'admet que les déductions rigoureuses des faits, nous dit-il, pourra laisser de côté la quatrième partie, où l'induction a une large part. Nous n'avons pas cru toutefois devoir passer sous silence quelques-unes des idées auxquelles nous ont conduit nos expériences et les analogies apparentes ou réelles qu'elles présentent avec

les phénomènes naturels (1). » Et il ajoute en rappelant un mot de saint Augustin : « *Quæro, Pater, non affirmo*, je n'affirme pas, j'interroge. »

Devant ces expériences et ces résultats nouveaux dus à la puissance de ces machines, dans un domaine de la physique qui semblait exploré jusque dans ses derniers recoins, on se demande ce que la nature nous réserve encore de merveilles ! Nous croyions la connaître par le menu cette électricité si passionnément étudiée, et voici qu'elle se découvre à nous sous des aspects nouveaux !...

Thomas Young, arrivé au sommet de sa gloire, illustré à jamais par ses immortels travaux d'optique physique, fut frappé un jour du contraste écrasant qu'il aperçut entre ce que l'homme sait et ce que l'homme ignore, et il écrivit cette parole mélancolique : Quand j'étais enfant, je me croyais un homme ; maintenant que je suis homme, je vois que je ne suis qu'un enfant !

Ainsi en sera-t-il toujours de la science ; mais, loin de nous inspirer de la mélancolie, il faut que cette pensée aiguillonne notre courage. Nous la croyons toute faite ! En la voyant si grande et si belle, nous nous flattons de la connaître dans toute la splendeur de son développement et de sa force. Non, elle est toute jeune, elle est au printemps, l'été et l'automne sont encore à venir.

VICTOR VAN TRICHT S. J.

(1) *Recherches sur l'électricité*. Préface.

LA RECHERCHE DES SOURCES

L'eau est indispensable à la vie des hommes et des animaux, ainsi qu'à la végétation des plantes ; ni l'agriculture, ni l'industrie ne peuvent s'en passer. Aussi le Créateur l'a répandue avec profusion, non seulement à la surface, mais encore dans les couches intérieures de la terre, où elle se meut avec une régularité admirable, imitant, pour ainsi dire, la circulation sanguine chez les animaux. Elle fait parfois défaut sur certains points où elle serait de la plus grande utilité ; mais, par une disposition qu'il est bien permis d'appeler providentielle, les entrailles du sol sont sillonnées de courants souterrains, qui, par de perpétuelles émanations, entretiennent l'humidité de sa surface, et après un parcours occulte viennent donner naissance aux ruisseaux, aux rivières et aux fleuves.

L'homme a compris de bonne heure les avantages qu'il pouvait tirer de ces eaux souterraines, et il s'est appliqué à observer les signes extérieurs qu'elles donnent de leur présence.

Toutefois il faut avouer que le résultat de ces observations n'a été en rapport ni avec leur utilité pratique, ni avec

le grand nombre d'écrivains anciens et modernes qui les ont consignées dans leurs ouvrages, et jusqu'au commencement de ce siècle l'hydrographie souterraine ne pouvait être mise au nombre des sciences rationnelles. Au lieu d'aller étudier sur le terrain le mécanisme de la circulation des eaux à travers les couches diverses dont se compose l'écorce du globe, les hydrographes anciens et modernes se bornaient à se copier les uns les autres, et à imaginer des systèmes plus ou moins invraisemblables sur l'origine et le mode de circulation des eaux souterraines. Si à de rares intervalles quelques hommes avaient pu, à force d'observation, acquérir une certaine habileté dans l'art de découvrir les sources, aucun n'avait formulé d'une manière satisfaisante les principes d'après lesquels il opérait.

Frappés de ce fait que les eaux des fontaines, des rivières et des fleuves se jettent dans la mer sans en faire varier le niveau, les anciens, pour expliquer cet invariable équilibre, supposaient que par des conduits souterrains la mer rendait aux fontaines et aux sources des fleuves l'eau qu'elle en avait reçue (1). Il y avait à ce système la difficulté d'expliquer comment l'eau de la mer pouvait se transformer en eau douce dans le parcours de ces canaux, et lors même que cela eût été possible, comment l'accumulation des matières salines ne finissait pas par les obstruer entièrement. Pour parer aux inconvénients de ce système, on supposait l'existence d'immenses cavernes, dans lesquelles les eaux de la mer amenées par des conduits souterrains, se vaporisaient sous l'action du feu central ; la condensation de ces vapeurs alimentait les sources. Certains philosophes attribuaient la production de l'eau des sources à la condensation de l'air à l'intérieur de la terre (2). D'autres, pour expliquer l'ascension des eaux du fond des entrailles du

(1) L. Annæi Senecæ. *Natural. Quæst.* l. III, c. 5.
(2) *Ibid.* c. IX.

sol, prétendaient qu'elles n'y étaient pas astreintes aux lois de l'hydrostatique)1).

Ce qui empêchait tous ces auteurs de se rendre compte de la véritable origine des fontaines, était l'opinion généralement admise, que les eaux pluviales ne s'infiltraient jamais profondément dans les terres. Cette assertion que l'on trouve au troisième livre des Questions naturelles de Sénèque (2), a été soutenue depuis par le géographe Varenius, par Mariotte, Pierre Perrault et Buffon lui-même (3). Le tort de ces écrivains a été de formuler une loi générale d'après quelques expériences, et d'oublier que la profondeur à laquelle les eaux pluviales s'infiltrent dans le sol dépend, non seulement de la quantité de pluie qui tombe et de sa durée, mais encore de la porosité du terrain, de son inclinaison, et aussi du temps qui s'écoule entre la pluie et l'expérience faite pour constater à quelle profondeur elle pénètre.

Les observations météorologiques faites depuis près de deux siècles sur différents points du globe, nous font connaître d'une manière assez exacte la quantité d'eau que les pluies, les neiges et autres météores aqueux versent annuellement sur la surface de la terre, et aussi celle qui se convertit en vapeurs et s'élève continuellement de toutes les eaux stagnantes et courantes. Les études hydrologiques faites dans ces derniers temps par MM. de Gasparin, Dausse, Lairesse et Belgrand ont déterminé aussi approximativement que possible le rapport entre la quantité d'eau qui coule dans plusieurs de nos fleuves et de nos rivières et celle qui tombe sur leur bassin. En prenant le terme moyen des résultats obtenus par ces observateurs, on trouve que le volume d'eau qui coule dans nos rivières est environ le quart de ce que reçoivent leurs bassins. On évalue généralement à la

(1) J. B. Van Helmont. *Opera omnia*, Francofurti 1682 in 4°, p. 645-646.

(2) Senecæ. *Natur. Quæst.* lib. III, c. VII.

(3) Buffon. *Œuvres complètes*. Paris, Garnier, 1853. in-8. Théorie de la terre. 2. I, p. 64.

moitié la partie qui s'en élève par exhalaison, ou sert à la nutrition des végétaux. Le reste s'infiltre dans les terrains perméables (1), et il n'est pas jusqu'aux lois de cette infiltration qui n'aient été l'objet d'études spéciales de la part de plusieurs ingénieurs (2). D'un autre côté, dans les grands travaux de chemins de fer entrepris depuis quelques années, il est arrivé souvent qu'en perçant des tunnels ou en creusant des tranchées profondes, on a coupé la surface séparative des terrains perméables et imperméables, et intercepté les courants souterrains qui alimentaient auparavant des fontaines placées plus bas. Ces coupes de terrain ont permis d'observer les signes extérieurs que ces courants donnent de leur présence, et de se rendre compte des lois qui président à leur circulation. C'est ainsi qu'il est devenu possible avec certaines connaissances géognostiques et plusieurs années de patiente observation de différents terrains, d'indiquer la ligne de passage des sources, leur profondeur et leur volume. Si, malgré cela, l'étude de l'hydrogéologie est restée l'apanage de quelques explorateurs, il faut l'attribuer au mystère dont la plupart d'entre eux entourent leurs procédés d'investigation, et aussi au nombre assez restreint d'écrits publiés sur cette science. A cela vient s'ajouter la crainte du ridicule qu'attireraient inévitablement sur leur auteur des indications faites sans études suffisantes. Toutefois, si l'on veut bien considérer l'importance que la recherche des eaux potables acquiert de jour en jour par suite de l'insalubrité toujours croissante de l'eau des puits et des rivières dans les centres de popu-

(1) Dans certaines formations géologiques très perméables, il ne se forme jamais de ruisseaux superficiels, même après les plus grandes pluies. Chaque goutte est absorbée aussitôt qu'elle a touché le sol. Dans ce cas les sources débitent un volume d'eau égal à la moitié des eaux versées par les agents météoriques à la surface de leur bassin hydrographique. Voyez Debauve. *Manuel de l'ingénieur*. Distribution d'eaux, p. 116.

(2) Dupuit. *Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux dans les canaux découverts et à travers les terrains perméables*. 3e éd. Paris, 1863, p. 250. — Hochereau. *Hydrographie*. Bruxelles, 1869, in-8° p. 24.

lation (1), et de la diminution des sources dans les campagnes par le drainage systématique ; si l'on songe aux sacrifices énormes que des villes, des villages et de simples particuliers s'imposent, souvent en pure perte, pour des recherches de ce genre, on conviendra que les études hydrogéologiques sont généralement trop négligées.

Avant d'entrer dans l'exposition des lois qui président à la circulation des eaux souterraines, et de montrer quelle utilité pratique on en peut retirer pour la découverte des sources, il ne sera pas sans intérêt de voir ce que les anciens ont connu et pratiqué à ce sujet.

Les Grecs surtout paraissent avoir cultivé avec succès l'art de rechercher les eaux vives. Ceux qui chez eux se livraient à ces explorations, s'appelaient ὑδρογνώμονες ou ὑδροσκοπεῖσται ; leur art était désigné sous le nom d'ὑδροφαντικὴ ou d'ὑδρομαστευτικὴ. Le philosophe Démocrite d'Abdère (362 av. J. C.) s'occupa le premier de recueillir les indices sur lesquels les hydroscopes de son temps basaient leurs recherches. Il y consacre un des chapitres de son traité d'agriculture, c'est peut-être le seul de cet ouvrage qui nous soit parvenu en entier ; nous nous bornerons à en donner la substance.

Les plaines en général sont dépourvues de sources, et il y a d'autant moins de chances d'en découvrir qu'elles sont plus étendues ; la plupart des sources qu'on y rencontre sont amenées des montagnes par des conduits souterrains. Les montagnes, au contraire, sont très favorables à la formation des sources, surtout lorsqu'elles sont boisées. Les eaux pluviales s'amassent dans leurs cavités, s'infil-

(1) Le sol des villes anciennes est saturé à une profondeur plus ou moins grande, par des matières organiques putréfiées que les eaux pluviales y abandonnent, ou par les infiltrations d'égouts. Il en résulte que les eaux d'un plus ou moins grand nombre de puits sont très impures et dangereuses, comme cela a lieu notamment à Londres et à Paris. Hochereau. *Études et considérations sur l'assainissement des villes et sur les sources.* Bruxelles 1869. — Voir dans la livraison de janvier l'article du docteur A. Dumont sur l'*altération des cours d'eau par les produits industriels et par les eaux d'égout*, p 336.

trent à travers les interstices du sol et alimentent les fontaines qui viennent sourdre à leur base (1). L'eau de ces fontaines est en général de bonne qualité, à moins que le mélange de veines chargées de nitre, d'alun et de soufre, ne vienne en altérer la pureté.

Les sources qui sortent dans les plaines, fournissent une eau dure et de mauvaise qualité. Cela tient à l'action du soleil qui enlève par évaporation la partie la plus légère de leurs eaux.

Démocrite distingue deux sortes d'eaux souterraines. Les unes, nommées λιβάδες sont des eaux pluviales qui s'accumulent dans les cavités du sol pendant les pluies d'hiver, sans être alimentées par des veines ou filets souterrains. Aussitôt qu'on leur ouvre un débouché, elles coulent avec abondance et tarissent peu de temps après. Il n'en est pas de même des eaux vives nommées πηγαί, ou sources proprement dites, qui viennent de loin et reçoivent sur leur parcours des veines nombreuses. Lorsqu'on les met au jour, elles commencent par couler faiblement; leur débit s'augmente graduellement et finit par devenir permanent, sans éprouver d'autres variations que celles qu'occasionne l'état plus ou moins humide de l'atmosphère (2).

(1) Ὅθεν καὶ τὰς πλείστας πηγὰς καὶ μεγίστας, ἐν τοῖς τοιούτοις τόποις ὑπάρχειν, ἐν οἷς ὑπερκείμενά ἐστιν ὄρη μεγάλα καὶ ὑψηλὰ καὶ δασέα, ἔχοντα κοίλους καὶ φαραγγώδεις τόπους. Ἐν γὰρ τοῖς τοιούτοις τοὺς κατ' ἔτος συναγομένους ὄμβρους καὶ διηθουμένους κατὰ γῆς τὰς πηγὰς αὔξειν. — *Democriti op. fragm.* Berolini. 1843, p. 240.

(2) Τὴν μὲν γὰρ εὑρεθεῖσαν πηγὴν ἀπὸ φλεβὸς εὐγενοῦς, πρᾴως καὶ ἀρξαμένην ῥέειν, ἐπίδοσίν τε κατὰ μικρὸν ποιεῖσθαι, καὶ ἕως τινὸς αὐξηθεῖσαν διαμένειν ὁμοίως, ἢ τὴν αὐτὴν ἔχειν δὶ ὅλου ῥύσιν τῇ ἐξ ἀρχῆς εὑρεθείσῃ, ἂν μήτε ἐλλείπῃ διὰ τὴν τοῦ ἀέρος περίστασιν, ἢ ἐπιθῇ. Τὰς λιβάδας δὲ οὔ φασι τὸ ὅμοιον ποιεῖν, ἀλλ'ἐν ἀρχῇ μὲν λάβρον, καὶ πολὺ προΐεσθαι τὸ ῥεῦμα, μετ'οὐ πολὺν δὲ χρόνον λήγειν. — *Democriti operum fragment.* Berolini 1843, p. 242.

D'après le même philosophe, on reconnaît la ligne que suivent les sources à la présence de certaines plantes dont il donne une description minutieuse. Ce sont l'holoschœnus, le butome, la ronce, le souchet, les touffes d'agrostide, la sagittaire, les roseaux tendres croissant en touffes épaisses, le lierre terrestre, le figuier sauvage, le saule, l'orme sylvestre, et surtout l'equisetum, la renouée et la renoncule. Pour que ces végétaux fournissent un indice certain du passage des eaux vives, ils doivent croître spontanément dans les endroits explorés, et n'y avoir pas été plantés de main d'homme. Si leur aspect est languissant et qu'ils se flétrissent promptement, l'eau est très rapprochée de la surface du sol, mais sujette à tarir ; si au contraire les plantes sont verdoyantes et vigoureuses, elles sont un indice certain d'eaux profondes et permanentes.

A l'examen des plantes que nous venons de nommer, Démocrite recommande de joindre l'étude de la nature du sol. S'il est argileux et recouvert d'une terre poreuse salie par des suintements, il contient des eaux abondantes. Il ne faut point désespérer d'en trouver dans les terres argileuses, chaudes et grasses, non plus que dans la terre noire mêlée de cailloux. Pour cela, les cailloux ne doivent pas être mélangés confusément à la terre, mais se trouver disposés par lits horizontaux. En général, pour qu'une succession de terrains ou de roches de nature différente présente quelque chance aux recherches hydroscopiques, l'assise inférieure doit être compacte. — Les terres mélangées de cailloux, celles qui sont noires, compactes et argileuses, ont leur surface sillonnée de nombreux ruisseaux temporaires ; en creusant des galeries sur la ligne suivie par ces torrents, on recueillera une grande abondance d'eau (1).

(1) Ἐν μὲν οὖν τῇ ψηφιδώδει γῇ, καὶ μελαίνῃ καὶ πυκνῇ, καὶ ὁμοίως γλοιώδει, λιβάδας δεῖ πολλὰς καὶ ἐπιπολαίους εἶναι· διὸ συμφέρει ἐν ταύταις τοὺς ὑπονόμους ὀρύσσειν, ἑπόμενον ταῖς λιβάσιν, οὕτω γὰρ ἂν πλεῖστον ὕδωρ συνάγοιτο. — *Democriti op. fragm.* p. 247.

Lorsque la réunion sur un point donné de quelques-uns des indices exposés précédemment, y aura fait augurer la présence d'une source, l'hydroscope devra faire creuser à cet endroit une fosse de trois coudées de profondeur. Puis il liera ensemble deux ou trois poignées de laine molle, qu'il fixera avec de la cire au fond d'un vase de plomb de forme hémisphérique, dont les parois auront été préalablement frottées d'huile. Ce vase étant renversé au fond de la fosse, on doit le recouvrir d'abord de feuilles de roseaux ou d'autres herbes, puis d'une couche de terre épaisse d'une coudée. Cette expérience devra être faite vers le coucher du soleil. Le lendemain matin, on enlève la terre et l'on ôte les feuilles avec précaution, puis on retourne le vase. Si la laine est mouillée et que des gouttelettes d'eau soient attachées aux parois du bassin, on peut être assuré que la source n'est pas à une grande profondeur. Il sera même possible d'en connaître la qualité en goûtant l'eau dont la laine est imprégnée.

La compilation de Cassianus Bassus, intitulée *Geoponica*, contient encore deux fragments d'auteurs grecs relatifs à la recherche des eaux vives. Le premier de ces fragments attribué à Paxamus, contemporain du grammairien Athénée, reproduit en partie les données recueillies par Démocrite, sans y rien ajouter d'intéressant. Le second, dont l'auteur nous est inconnu, contient l'exposé de quelques autres moyens d'observation mis en usage par les hydroscopes grecs.

Les montagnes dont le sommet se partage en plusieurs cimes, sont, au dire de cet écrivain anonyme, très favorables à la recherche des eaux souterraines. Ces eaux sont de deux sortes : les unes sortent de terre par un conduit vertical, les autres horizontalement. Les premières sont moins sujettes à tarir, pourvu qu'en les mettant au jour on ait soin de creuser jusqu'à l'endroit où elles prennent naissance ; les autres, alimentées par les pluies de l'hiver et du

printemps, sont moins durables (1). Aux plantes citées par son devancier comme indiquant la présence des eaux vives, le même auteur ajoute les suivantes : le plantain, l'héliotrope, le calament, le callitriche, le mélilot, la patience d'eau, la potentille, la renouée à feuilles de patience, le jonc, la morelle, le stratiote, le tussilage et la carline. Une expérience analogue à celle que décrit le philosophe d'Abdère, consiste à placer au fond d'une fosse, vers le milieu de la journée, une éponge parfaitement sèche que l'on recouvre de feuilles de roseaux ou d'autres herbes. Si trois heures après l'éponge est humide, l'endroit ainsi exploré renferme des eaux abondantes. L'hydroscope peut encore puiser d'utiles renseignements dans l'inspection des vapeurs qui, en certains lieux, s'exhalent du sol aux premières lueurs du jour, et aussi des nuées de moucherons qui s'élèvent en colonnes aux premiers rayons du soleil. En été, lorsque le temps est clair et la surface de la terre desséchée, vers le milieu du jour il verra s'élever aux mêmes points un léger nuage ; le même phénomène se reproduira pendant les grands froids, seulement la vapeur qui s'élèvera de ces endroits sera plus légère que celle que l'on remarque en pareille circonstance au-dessus des fleuves, des étangs et des puits (2).

L'art de rechercher et de conduire les eaux souterraines

(1) Τὰ μέν τῶν ὑδάτων κάτωθεν ἀναβλύζει, τὰ δὲ ἐκ πλαγίων ἔρχεται, καὶ τὰ μὲν ἀναβλύζοντα μονιμώτερά εἰσι. Χρὴ οὖν ὀρύσσειν εἰς βάθος ἕως οὗ ἡ ρίζα τοῦ νάματος καταλήφθῃ, ὅπως ἡ ροὴ διηνεκὴς εἴη καὶ μονίμη. ὅσα δὲ ἐκ πλαγίων φέρεται ὀλιγοχρονιώτερα τῶν ἄλλων εἰσίν. *Geoponicorum.* lib. II, c. 4.

(2) Συντήρου δὲ ἐν τῇ πρώτῃ τοῦ ἡλίου λάμψει κωνώπια ἀναπετόμενα εἰς ὄρθρον ἄνω, καὶ συστρεφόμενα ὥσπερ δοκίδια · καὶ γὰρ ταῦτα ὕδατος δηλωτικά. Δέον δὲ ἐξ ὑψηλοτέρου τόπου σκόπειν · τῷ μὲν θέρους ἐν ταῖς μεσεμβρίαις ὅτε ἀὴρ καθαρὸς, καὶ ἡ γῆ ξηροτάτη εἴη · τότε γὰρ, ἐν τοις ἐνύδροις ἀτμὸς ἀναδίδοται, καὶ ὡς νέφος μικρὸν ὁρᾶται. Χειμῶνος δὲ ἀτμίδα ὁ τοιοῦτος ἀνίησι τόπος, ὁμοίαν ταῖς ἐκ τῶν ποταμῶν καὶ λιμνῶν καὶ φρεάτων ἀναφερομέναις · κακεῖναι μὲν πολλαί καὶ νεφελῶδεις, αὗται δὲ ἰσχναὶ καὶ ἀερῶδεις. *Ibid.*

fut aussi l'objet d'études spéciales chez les Romains, et nous voyons par une lettre de Pline le jeune à l'empereur Trajan, que chez eux la profession d'aquilège était distincte de celle d'architecte (1). Les détails que Vitruve nous donne au huitième livre de son traité d'architecture sur les procédés mis en usage par les aquilèges, sont empruntés pour la plupart aux traités grecs que nous venons d'analyser, sauf les deux passages suivants relatifs l'un à l'examen de la nature du sol, l'autre à certaines expériences destinées à constater la présence des eaux souterraines, et aux travaux à faire pour les utiliser.

« Lorsqu'on cherche de l'eau, il faut examiner la qualité de la terre, parce qu'il y a certains terrains qui en contiennent en abondance. L'eau que l'on trouve dans la craie n'est jamais abondante ni de bon goût. Dans le sable mouvant elle est en petite quantité, mais bourbeuse et désagréable si on la trouve après avoir fouillé profondément. Dans la terre noire on rencontre des gouttelettes et des suintements d'eau très faibles, dus à la filtration des pluies d'hiver, qui ayant traversé la terre s'arrêtent sur les couches fermes et imperméables ; cette eau est excellente. Celle que l'on rencontre dans les couches de gravier est aussi fort bonne, mais elle y est en petite quantité, et les veines n'en sont pas certaines. On en trouve de plus abondantes et de plus sûres dans le sablon mâle, dans les arènes et dans le carboncle; elles y sont d'un goût agréable. Dans la pierre rouge elles sont également bonnes et abondantes, pourvu qu'elles ne s'échappent point par les jointures des rochers. Au pied des montagnes et dans les silex elles sont plus abondantes, plus fraîches et plus saines. Dans les vallées elles sont chargées de sels, pesantes, tièdes et désagréables, à moins que venant des montagnes par des conduits souterrains, et débouchant dans une plaine ombragée, elles ne

(1) « Et in primis necessarium est mitti a te vel aquilegem vel architectum. » *Plinii epist. L. X.* ep. 46.

possèdent la qualité de celles qui sortent des montagnes mêmes(1). » Vitruve recommande aussi comme moyen d'investigation, l'examen des vapeurs qui s'élèvent du sol avant le lever du soleil. Pour apercevoir ces vapeurs, l'aquilège doit se coucher sur le ventre, le menton appuyé sur la terre. La présence des joncs, des aunes n'est un indice favorable du passage d'une source, qu'autant que ces plantes croissent en dehors des endroits marécageux. L'expérience du bassin de métal est rapportée par le même auteur avec quelques légères différences ; ce bassin peut être remplacé par un vase de terre non cuite, que l'on trouve détrempé le lendemain matin si l'eau est peu éloignée. « Si l'on enferme dans le même lieu une lampe pleine d'huile et allumée, et que, le lendemain, on ne la trouve pas tout à fait épuisée, et que l'huile et la mèche ne soient pas entièrement consumées, ou même que la lampe soit mouillée, cela indiquera qu'il y a de l'eau en ce lieu, parce que la chaleur douce attire l'humidité.

» Si au même endroit on allume du feu, et que la terre une fois échauffée exhale une vapeur épaisse, ce sera encore un signe de la présence de l'eau.

» Quand on aura fait toutes ces épreuves, et que les indices que nous venons d'énumérer se rencontreront en quel-

(1) « Item animadvertendum est quærentibus aquam, quo genere sint loca ; certa enim sunt in quibus nascitur. In creta tenuis et exilis et non alta est copia, ea erit non optimo sapore. Item sabulone soluto tenuis, sed si inferioribus locis invenietur, ea erit limosa et insuavis. In terra autem nigra sudores et stillæ exiles inveniuntur, quæ ex hibernis tempestatibus collectæ in spissis et solidis locis subsidunt, eæ habent optimum saporem. Glarea vero mediocres et non certæ venæ reperiuntur, eæ quoque egregia sunt suavitate. Item sabulone masculo arenaque et carbunculo certiores et stabiliores sunt copiæ, eæque sunt bono sapore. Rubro saxo et copiosæ et bonæ si non per intervenia dilabantur et liquescant. Sub radicibus autem montium et in saxis silicibus, uberiores et affluentiores, eæque frigidiores sunt et salubriores. Campestribus autem fontibus salsæ, graves, tepidæ non suaves; nisi quæ ex montibus sub terra submanantes erumpunt in medios campos et ubi sunt arborum umbris contectæ, præstant montanorum fontium suavitatem. » M. Vitruvii Pollionis *de Architectura*, l. VIII, cap. I. *De aquarum inventionibus.*

que lieu, il y. faudra creuser un puits ; si l'on y trouve une source, il faudra faire plusieurs autres puits alentour et réunir leurs eaux en un même endroit au moyen de conduits souterrains (1). »

Des travaux analogues à celui que Vitruve prescrit pour le captage des sources, ont été exécutés en Perse dès la plus haute antiquité, pour rechercher les eaux souterraines, les amener à la surface des terrains et les employer à leur irrigation. Ces travaux consistent dans le creusement de puits plus ou moins espacés, qu'on réunit à leur partie inférieure par une galerie destinée à recueillir les eaux. Des conduites de dégagement s'embranchent sur la galerie et amènent le liquide à la surface du sol, quand on ne peut pas employer à cet usage des machines élévatoires. Ces galeries, désignées sous le nom de *Caris* ont quelquefois, au dire d'Elphinstone, jusqu'à cinquante kilomètres de longueur (2).

Au trente et unième livre de son Histoire naturelle, Pline l'Ancien s'est également occupé de la recherche des eaux souterraines. Il indique comme lieu de leur passage les vallées, et le point d'intersection des différentes pentes formant les parties concaves du sol (3). « Le jonc, le roseau, le tussilage et ces grenouilles que l'on voit en certains lieux se presser contre la terre, sont des indices de la présence de l'eau. Il n'en est pas de même du saule erratique, de

(1) « Non minus si lucerna concinnata, oleique plena et accensa in eo loco operta fuerit collocata, et postero die non erit exusta, sed habuerit reliquias olei et ellychnii, ipsaque humida invenietur, indicabit eum locum habere aquam : ideo quod omnis tepor ad se ducit humores. Item in eo loco ignis si factus fuerit, et percalefacta terra et adusta, vaporem nebulosum ex se suscitaverit, is locus habebit aquam.

» Cum hæc ita erunt pertentata, et quæ supra scripta sunt signa inventa, tum deprimendus est puteus in eo loco, et si caput erit aquæ inventum, plures sunt circa fodiendi et per specus in unum locum omnes conducendi. » *Vitruvii de Arch.* L. VIII. c. 1.

(2) *Annales des Ponts et Chaussées*, 3e série, t. IX, p. 361.

(3) «Reperiuntur in convallibus maxime, et quodam convexitatis cardine.» *Historiæ nat.* lib. XXXI, c. 26.

l'aune, du vitex, du roseau terrestre et du gléchome qui croissent partout où se rassemblent les eaux pluviales, et ne fournissent que des indices trompeurs (1). » Le même auteur regarde comme plus efficace l'inspection des exhalaisons nébuleuses visibles de loin le matin avant le lever du soleil, et aussi l'examen des endroits où pendant l'été les rayons du soleil sont le plus vivement réfléchis aux heures les plus brûlantes de la journée. A part ces observations Pline s'est borné à reproduire en l'abrégeant ce que Vitruve avait écrit avant lui. — L'agronome Palladius, au neuvième livre de son traité *De re rustica* s'est borné à reproduire au sujet de la découverte des sources les données recueillies par Vitruve, sans y ajouter aucune particularité (2).

Au sixième siècle, Cassiodore, premier ministre du roi Théodoric, ayant appris qu'un habile aquilège était arrivé d'Afrique à Rome, écrivit au gouverneur Apronianus de traiter ce fontainier avec la distinction due à tous ceux qui exercent des arts utiles (3), et d'user de son expérience pour les localités voisines de Rome qui n'étaient pas suffisamment pourvues d'eaux potables. A ce propos, Cassiodore résume brièvement les moyens d'investigation mis en œuvre par les fontainiers de son temps ; ils ne diffèrent de ceux que nous trouvons dans Vitruve et Pline l'Ancien que par la manière dont les aquilèges appréciaient la profondeur des eaux vives. Ils prétendaient que cette profondeur était égale à la hauteur de la colonne de vapeurs que l'on remarque au point du jour au-dessus des nappes

(1) « Aquarum sunt notæ juncus et arundo aut herba de qua dictum est (tussilago) ; multumque alicui loco pectore incubans rana. Salix enim erratica et alnus aut vitex aut arundo aut hedera, sponte proveniunt et corrivatione aquæ pluviæ in locum humiliorem e superioribus defluentis, augurio fallaci. » *Ibid.*, l. XXXI. cap, 27.

(2) Cf. Palladium, *De re rustica* l. IX, tit. VIII.

(3) « Habeatur ergo iste inter reliquarum artium magistros ; ne quid desiderabile putetur fuisse quod sub nobis non potuerit romana civitas continere. » Cassiodori. *Variarum*, l. III, ep. 53.

d'eaux souterraines (1). La même lettre nous fait connaître qu'un auteur latin nommé Marcellus avait composé un ouvrage sur le cours des eaux souterraines et leur point d'émergence. Cet écrit n'est point parvenu jusqu'à nous.

L'histoire des siècles suivants ne nous présente rien d'intéressant sur l'art de découvrir les sources. Tous les auteurs qui ont écrit sur les lois de leur formation, n'ont fait jusqu'à la fin du seizième siècle que reproduire quelqu'une des opinions rapportées plus haut. A cette époque Jacques Besson, Bernard Palissy et plus tard Varenius, Perrault et Mariotte émirent à ce sujet des idées plus conformes à la réalité, sans que pour cela leurs théories aient conduit à un résultat pratique.

Vers la fin du règne de Louis XIV, l'ingénieur Couplet, membre de l'Académie des sciences, se rendit célèbre par plusieurs découvertes de sources qui firent grand bruit à cette époque. La ville de Coulanges était dépourvue d'eau potable, et les habitants devaient l'aller chercher à plus d'une lieue. Après plusieurs tentatives infructueuses, M. d'Aguesseau, seigneur de Coulanges, pria Couplet de se rendre dans cette ville, et nous connaissons par Fontenelle les détails de l'exploration qu'y fit le célèbre ingénieur.

« En 1705, Couplet partit pour Coulanges au mois de septembre. Ce mois est ordinairement un des plus secs de toute l'année ; 1705 fut une année sèche, et si l'on pouvait alors trouver de l'eau, il n'était pas à craindre qu'on en manquât jamais.

» En une infinité d'endroits de la terre, il court des veines d'eau qui ont effectivement quelque rapport avec le sang qui coule dans nos veines. Si ces eaux trouvent des terres sablonneuses, elles se filtrent au travers et se perdent ; il faut des fonds qui les arrêtent, tels que sont les lits de glaise. Elles sont en plus ou moins grande quan-

(1) « Addunt etiam in columnæ speciem conspici quemdam tenuissimum fumum, qui quanta fuerit altitudine porrectus ad summum, tanta in imum latices latere cognoscunt. » *Ibid.*

tité selon les terrains. Si, par exemple, une grande plaine a une pente vers un coteau et s'y termine, toutes les eaux que la plaine recevra du ciel seront destinées à couler vers ce coteau qui les rassemblera, et elles se trouveront en abondance au pied. Ainsi la recherche et la découverte des eaux dépendent d'un examen du terrain fort exact et assez fin. Il faut un coup d'œil juste et guidé par une longue expérience.

» Couplet arrivé à quelque distance de Coulanges, mais sans la voir encore, et s'étant seulement fait montrer vers quel endroit elle était, mit toutes ses connaissances en usage, et enfin promit hardiment cette eau si désirée et qui s'était dérobée à tant d'autres ingénieurs. Il marchait son niveau en main, et dès qu'il put voir les maisons de la ville, il assura que l'eau serait plus haute.... Cependant il continuait son chemin en marquant avec des piquets, et en prédisant dans le même temps à quelle profondeur on trouverait l'eau ; et au lieu qu'un autre eût pu prendre un air imposant de divination, il expliquait naïvement les principes de son art. Il entra dans Coulanges où il ne vit rien qui traversât les idées qu'il avait prises, et repartit pour Paris après avoir laissé les instructions nécessaires pour les travaux qui devaient se faire en son absence. Le 21 décembre l'eau arriva dans la ville (1). »

Cette découverte valut à son auteur une devise et l'inscription suivante :

Non erat ante fluens populis sitientibus unda ;
At dedit æternas arte Cupletus aquas.

La devise représente un Moyse qui tire de l'eau d'un rocher entouré de ceps de vigne avec les mots *utile dulci*. Couplet, avant de retourner à Paris, donna à Auxerre les moyens d'avoir une excellente eau et à Courson ceux de retrouver une source perdue. On peut s'étonner de ce qu'au-

(1) Fontenelle. Œuvres complètes. Paris, Belin 1818, t. I, p. 322.

cun des contemporains du célèbre ingénieur ne se soit préoccupé de recueillir et de publier les théories d'après lesquelles Couplet opérait ses recherches d'eaux vives; l'Encyclopédie, publiée trente ans plus tard, ne contient guère à ce sujet d'autres données que celles que nous trouvons au huitième livre du traité d'architecture de Vitruve.

Il était réservé à un modeste curé de campagne de formuler le premier les lois qui président à la circulation des eaux souterraines, et de créer pour ainsi dire la science hydrogéologique. Nommé en 1818 desservant de la paroisse de Saint-Jean-Lespinasse, au diocèse de Cahors, l'abbé Paramelle fut attristé par les maux que le manque d'eau potable occasionnait dans le pays qu'il habitait. En effet, le département du Lot appartient, dans sa partie orientale, aux terrains primitifs, et, dans sa partie occidentale et méridionale, aux terrains calcaires. La première région présente des sources à chaque pas, tandis que la seconde, composée de terrains calcaires, manque généralement de ruisseaux, de fontaines et même de puits à sources. La paroisse de Saint-Jean-Lespinasse, se trouvant précisément sur la ligne de démarcation des terrains primitifs et des formations secondaires, l'abbé Paramelle se demanda ce que devenaient les eaux pluviales tombées sur les plateaux calcaires, et où sortaient les sources formées par l'accumulation de ces eaux. Après avoir puisé dans les ouvrages de géologie les connaissances théoriques qui pouvaient le guider dans ses recherches, il se mit à étudier sur le terrain même dans quelles conditions se forment les sources, pourquoi elles sortent sur un point plutôt que sur un autre, et d'où provient l'inégalité de leur volume. Une grande persévérance, jointe à une grande sagacité, lui fit découvrir la loi mystérieuse qu'il cherchait.

Après avoir consacré neuf années à l'étude de plusieurs milliers de sources, l'abbé Paramelle présenta, en 1827, au Conseil général du Lot le résultat de ses observations, demandant qu'un subside fût accordé aux communes qui

voudraient exécuter des fouilles d'après ses indications; puis, se mettant à l'œuvre, il obtint bientôt un succès prodigieux. Les procès-verbaux recueillis à la Préfecture du Lot jusqu'au premier février 1843 constatent que, sur trois cent trente-huit fouilles exécutées dans le département, trois cent cinq ont été couronnées d'un plein succès. L'habile hydrogéologue ne borna point ses explorations aux limites de son département, mais appelé dans des milliers de localités en France et à l'étranger, il y réussit partout dans la même proportion, c'est-à-dire que les non-réussites formèrent environ le douzième des réussites. — Lorsqu'après vingt-cinq années d'explorations, l'âge et les infirmités forcèrent l'abbé Paramelle à cesser ses voyages, le nombre des sources indiquées par lui s'élevait à *dix mille deux cent soixante-quinze.*

Si une théorie doit être accueillie avec défiance tant qu'elle n'a pas été confirmée par l'expérience, on admettra que les expériences ont été assez nombreuses et assez concluantes pour celle que l'abbé Paramelle formula en 1827 et confirma par vingt-cinq années de pratique. Aussi la voyons-nous appréciée par les études des plus célèbres ingénieurs (1), et mise en pratique par plusieurs hydrogéologues d'une habileté incontestable.

Ce serait ici le lieu de citer les géologues qui, depuis une trentaine d'années, ont fait une étude spéciale des nappes propres à donner naissance aux sources artésiennes, mais notre intention est de nous borner ici à l'étude de ces innombrables courants souterrains qui circulent à une faible profondeur et peuvent être utilisés à peu de frais. L'étude des forages artésiens présente certainement une grande utilité, mais il ne faut pas oublier qu'ils ne sont ni

(1) Huot. *Sur la théorie de Monsieur l'abbé Paramelle pour la découverte des sources.* Paris 1836. (Présenté à l'Académie des sciences à la séance du 17 octobre de la même année.) Voyez aussi *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXVIII. Daubrée, *Sur l'existence et l'origine des eaux souterraines*, p. 441. — Degousée, *Guide du sondeur.* Paris, 1849, p. 179.

accessibles à toutes les fortunes, ni praticables dans tous les terrains. Il est assez difficile de savoir dans quelle proportion ils réussissent, car les ouvrages qui traitent des forages exécutés dans les dernières années mentionnent seulement les réussites sans donner la liste des essais infructueux.

En ce qui concerne la Belgique, la seule base d'appréciation que nous possédions sur ce point est la statistique dressée par Quételet (1), d'après les documents recueillis au ministère des travaux publics. D'après cette statistique, le nombre de forages tentés dans six provinces, du 15 avril 1834 au 2 juillet 1847, s'élevait à cent trente. Sur ce nombre, soixante-sept avaient donné un résultat satisfaisant, cinquante-neuf avaient été abandonnés, quatre étaient en voie d'exécution. Il y a plus. Dans un certain nombre de localités où des forages n'avaient donné aucun résultat, des fouilles, exécutées d'après les principes hydrogéologiques, ont amené la découverte de sources abondantes coulant à fleur du sol. Nous en citerons plus bas plusieurs exemples. Il résulte de là que les puits artésiens ne doivent être tentés que là où des sondages antérieurs ont fait connaître la présence et la profondeur d'une nappe jaillissante, ou dans les villes où le défaut d'espace ne permet pas l'exécution d'autres travaux.

Les observations relatives aux puits artésiens s'appliquent également à ces longues galeries souterraines, que des communes ou de riches propriétaires font exécuter dans les massifs de terrains perméables pour se procurer de l'eau. La plupart du temps les sources atteintes par ce procédé dispendieux pouvaient être captées en un ou deux points seulement et dans des conditions beaucoup plus économiques. Il eût suffi pour cela que, dans les études préalables, on se fût rendu compte des lois qui président à la circula-

(1) *Annales des travaux publics de Belgique*, tome VI. Bruxelles, 1847, p. 251.

tion d'une source, ainsi que des terrains favorables ou défavorables à sa formation.

Une source n'est point un amas d'eau quelconque circulant dans les couches perméables du sol, et pouvant alimenter par filtration les puits placés à proximité ; c'est un véritable cours d'eau souterrain, prenant naissance et s'alimentant sur un bassin d'une certaine étendue, et venant, après un trajet occulte plus ou moins long, surgir à fleur du sol, ou se jeter dans le cours d'eau le plus voisin.

Cette circulation des eaux, tant à la surface du sol que dans ses couches intérieures, est intimement liée à sa structure extérieure. Ce sont les montagnes, les collines et les moindres éminences de la surface terrestre, qui tracent aux courants souterrains, aussi bien qu'aux cours d'eau visibles la route qu'ils doivent suivre; aussi l'étude des moindres accidents du sol a-t-elle la plus grande importance pour les recherches hydrogéologiques.

Les montagnes et les collines sont rarement isolées : ordinairement elles forment des groupes plus ou moins étendus et dont les diverses parties ont entre elles des relations qu'il importe d'observer. Chaque cime d'une chaîne de montagnes donne naissance à deux rameaux opposés qui jettent à leur tour de nouvelles ramifications, et subissent en descendant de continuelles bifurcations, jusqu'à ce que leurs derniers contreforts aillent se perdre dans une plaine avec laquelle ils finissent par se confondre. Chacun de ces rameaux, chacun de ces contreforts présente en petit la disposition que l'on remarque dans la chaîne de montagnes qui lui donne naissance. Le faîte des montagnes, des collines et des rameaux qui en descendent forme la ligne de partage des eaux qui coulent sur les deux versants, et sert de limite aux divers bassins hydrographiques.

A cette disposition des éminences du sol correspond un ensemble de vallées, de vallons et de plis de terrain qui reproduisent en sens inverse la disposition des hauteurs. Toute vallée principale est comme une espèce de tige à

laquelle aboutissent des branches latérales. Chaque vallée latérale d'une longueur considérable est plus ou moins ramifiée et reçoit un grand nombre de dépressions qui subissent, en remontant, plusieurs bifurcations dont les dernières correspondent au col qui sépare deux cimes. La ligne d'intersection plus ou moins sinueuse que forment à leur partie inférieure les deux versants dont se composent les vallées et les vallons, forme ce qu'on nomme le thalweg.

Maintenant il nous est facile de comprendre comment s'effectue la circulation des eaux superficielles et des eaux souterraines dans le réseau symétrique de canaux qui constitue le système d'irrigation continentale. Sous l'action des rayons ardents du soleil tropical et de la chaleur qu'ils produisent, les mers de la zone torride émettent continuellement une masse énorme de vapeurs. Ces vapeurs, plus légères que l'air, s'élèvent et forment les nuages ; ces nuages, poussés par les vents vers les divers points des continents, s'y résolvent en pluie ou se condensent en neige à la rencontre du sommet glacé des montagnes. Une grande distillation s'opère ainsi à la surface du globe : l'eau roule continuellement sur elle-même et retourne à l'Océan après avoir parcouru les continents et répandu sur leur surface l'humidité nécessaire à la vie des animaux et des plantes.

Ainsi se vérifie ce texte de l'Ecclésiaste : *Tous les fleuves entrent dans la mer, et la mer ne regorge pas ; les fleuves retournent au lieu d'où ils étaient sortis, pour couler encore* (1). Pour avoir l'explication de ce fait, il n'est plus nécessaire comme autrefois d'imaginer des feux souterrains, des alambics immenses ; ici le soleil est le foyer, le bassin des mers la chaudière de cet immense appareil. Les régions élevées de l'air en forment le chapiteau, les sources, les rivières et les fleuves en sont les récipients.

(1) « Omnia flumina intrant in mare, et mare non redundat : ad locum, unde exeunt, revertuntur ut iterum fluant. » (Ecclesiastes c. I, v. 7.)

Cette circulation extérieure et souterraine des eaux, a été assimilée non sans raison au mécanisme de la circulation sanguine chez les êtres animés. « De même, dit Démocrite, que dans les êtres vivants et animés tout le corps est entremêlé de veines et d'artères, de même le sol contient des cavités pleines d'air et des veines d'eau entremêlées entre elles, plus ou moins nombreuses suivant les terrains (1). » Dans sa théologie de l'eau, Fabricius se représente le globe terrestre « comme un corps dont la mer est le cœur, les conduits souterrains d'eau en sont comme les artères et les fleuves qui coulent de nouveau dans la mer lui tiennent lieu de veines. La comparaison n'est pas seulement juste en ce que celles-ci reportent le sang de tous les membres au cœur d'où ils l'avaient reçu, mais encore en ce qu'elles sont comme les fleuves de différentes grandeurs, que quelques-unes sont très petites dans leurs commencements ; qu'ensuite elles sont aussi distribuées en une infinité de bras et de branches qui portent par tout le corps le suc nécessaire pour la vie (2). » En poussant plus loin la comparaison, le même auteur eût pu trouver quelque analogie entre la transformation de l'eau salée en eau douce, et la métamorphose du sang veineux en sang artériel.

L'eau qui tombe à la surface du globe sous forme de pluie, de neige et d'autres météores, s'y répartit de trois manières différentes. Une partie s'évapore presque aussitôt, l'autre glisse à la surface des terrains qu'elle humecte pour les besoins de la végétation, puis elle ruisselle en suivant les pentes du sol, et se rend directement aux ruisseaux, aux rivières et aux fleuves. Le reste s'infiltre lentement dans les couches perméables de la surface des terrains qu'elle pénètre à des profondeurs variables. Les particules d'eau descendent avec des vitesses inégales, se rencontrent, forment d'abord de nombreuses et imperceptibles veinules dont la réunion forme des filets plus ou moins importants.

(1) *Democriti operum fragm.* Berolini. 1843, in-8, p. 241.
(2) Fabricius, *Théologie de l'eau.* Paris, 1743, in-8, l. II, ch. 3.

« Il se passe alors à une profondeur de quelques mètres, sur la surface concave du sous-sol, quelque chose de semblable à ce que l'on voit arriver sur la surface même du sol, à la suite d'une averse. Comme le modelé du sous-sol s'éloigne ordinairement peu de celui de la superficie ; l'examen du relief interne suffit pour déterminer approximativement le lieu où se rassemblent les eaux de la couche meuble (1). »

Ainsi donc, sauf certaines exceptions dont nous parlerons plus loin, dans toute vallée, dans tout vallon ou pli de terrain, il se trouve à une profondeur plus ou moins grande, un cours d'eau souterrain alimenté par la partie des eaux pluviales qui s'infiltre dans les terrains perméables.

Ce courant circule entre les pieds des coteaux sur la ligne de plus grande pente ou thalweg de la couche imperméable, et presque perpendiculairement au cours d'eau temporaire que l'on voit se former lors des grandes pluies sur le thalweg extérieur des vallons et des plis de terrain dont le fond est assez compacte. Lorsqu'il pleut, ce ruisseau transporte au cours d'eau voisin la quantité d'eau que le sol n'a pu absorber, son courant, d'abord très rapide, diminue insensiblement et finit par tarir ; la circulation souterraine, au contraire, ralentie par les frottements, se poursuit des mois entiers après la pluie ou la fonte de neiges qui l'a provoquée.

Cette concordance du courant d'eau souterrain avec le thalweg extérieur des vallées ou vallons, n'est pas seulement établie par des milliers de fouilles ou de coupes de terrain ; on en trouve encore la preuve dans ce fait que presque toutes les sources qui sortent naturellement de terre, surgissent précisément sur la ligne suivie par les eaux sauvages. L'explication de ce fait est d'ailleurs toute

(1) Daubrée. *Sur l'existence et l'origine des eaux souterraines.* T. 28 des Comptes rendus de l'Académie des sciences, p. 444.

naturelle. Les filets d'eau assez abondants qui circulent dans le thalweg souterrain exercent sur la partie du sous-sol qui les avoisine une action mécanique assez sensible. Elles en enlèvent les parties terreuses qui leur servaient de ciment, les désagrègent peu à peu, et finissent par amener un affaissement qui se fait sentir jusqu'à la surface ; les eaux pluviales se dirigent vers cette dépression et ne tardent pas à s'y creuser un lit. Ce mouvement insensible du sol est parfois assez facile à constater par l'inspection des maisons construites sur un thalweg ; toutes présentent dans la direction du courant souterrain des lézardes plus ou moins sensibles d'après le temps qui s'est écoulé depuis leur construction.

Dès la plus haute antiquité, l'homme paraît avoir remarqué les relations qui existent ordinairement entre le lit que les eaux pluviales se creusent au fond des vallées et le conduit dans lequel circulent les eaux souterraines. Au vingt-sixième chapitre de la Genèse, il est dit qu'Isaac étant venu s'établir sur les bords du torrent de Gérara, ses serviteurs débouchèrent plusieurs puits comblés autrefois par les Philistins, et en creusèrent de nouveaux. Ces puits n'étaient probablement alimentés que par de simples filtrations, sauf un pour lequel l'Écrivain sacré fait la remarque suivante : Ils creusèrent dans le torrent et trouvèrent une eau vive (1). Le torrent n'étant autre chose que le thalweg d'une vallée, on pourrait traduire en style moderne : ils creusèrent sur le thalweg et trouvèrent une source. Un fait assez remarquable, c'est que beaucoup des puits anciens creusés en Palestine sont placés précisément dans le lit de torrents que l'on a quelque peu détournés pour mettre la source à l'abri des eaux troubles de la surface. Nous voyons d'ailleurs que Démocrite conseille de placer les fouilles le long d'un cours d'eau temporaire, et que Pline nous enseigne que les sources se trouvent à l'intersection des pen-

(1) Foderuntque in torrente et repererunt aquam vivam. *Gen.* XXVI. 19.

tes qui constituent les dépressions du sol (1). Aujourd'hui encore, au rapport de M. L. Delgeur, vice-président de la Société scientifique de Bruxelles, lorsque les Arabes creusent un puits, ils le placent aussi près que possible du lit d'un torrent.

L'Écriture sainte contient encore sur le même sujet un texte qu'il ne sera pas sans intérêt de citer. Nous lisons au quatrième livre des Rois (2), que les rois d'Israël, de Juda et d'Édom partant en guerre contre les Moabites, marchèrent pendant sept jours dans les déserts de l'Idumée. La disette d'eau s'étant fait sentir, les rois consultèrent le prophète Élisée qui leur répondit : *Creusez de nombreuses fosses dans le lit de ce torrent, car voici ce que dit le Seigneur : Vous ne verrez ni vent ni pluie, et le lit de ce torrent se remplira d'eau ; et vous boirez, vous et vos serviteurs, et vos bêtes... Le lendemain matin, à l'heure où l'on a coutume d'offrir le sacrifice, voici que les eaux vinrent le long du chemin d'Édom et la terre en fut couverte.* L'opinion la plus communément admise par les commentateurs est que le secours accordé par Dieu aux rois alliés, consista dans la production d'eaux abondantes à l'endroit désigné par le prophète. Si ces commentateurs avaient connu la théorie que nous venons d'exposer, peut-être eussent-ils émis l'opinion que les fosses creusées par les Israélites et leurs alliés sur l'ordre de Dieu, mirent au jour des sources qui existaient en cet endroit et dont personne ne soupçonnait l'existence.

Comme toutes les règles formulées dans les sciences d'observation d'après l'examen de faits nombreux, la concordance du thalweg extérieur avec le thalweg souterrain dans les couches superficielles de l'écorce terrestre, est sujette à quelques exceptions. La cause la plus fréquente de ces exceptions est dans les travaux exécutés de main

(1) Reperiuntur in convallibus maxime et quodam convexitatis cardine. Plinii, *Hist. nat.* L. XXVI, c. 26.

(2) Chap. III, v. 16-20.

d'homme soit pour redresser le cours sinueux d'un ruisseau, soit pour le conduire le long d'une clôture et par là faciliter la culture d'une pièce de terre. Souvent aussi de violents orages en ravinant les terres cultivées produisent des atterrissements sur la ligne du thalweg. Le lit des eaux sauvages se relève peu à peu et finit par devenir plus élevé que le fond du vallon ou du pli de terrain ; le cours d'eau temporaire quitte alors son ancien passage pour s'en creuser un nouveau dans la partie la plus basse de la vallée (1). Dans les deux cas qui précèdent, l'examen attentif du sol permettra le plus souvent de retrouver le thalweg primitif. Là même où le nivellement d'une pièce de terre s'est fait avec tout le soin possible, au bout de quelques années on remarque une dépression assez sensible correspondant au lit du ruisseau détourné, et due, tant au tassement des terres qu'à l'action du courant souterrain.

Un troisième cas de non-concordance des thalwegs se produit parfois dans les vallées ou vallons dont les coteaux ont leurs assises à stratification concordante, et lorsque les assises du coteau à pente douce vont plonger sous les assises du coteau opposé qui est le plus rapide. Le courant souterrain quitte le thalweg pour s'enfoncer sous les strates du coteau rapide, et se jeter dans la vallée voisine, non dans l'axe du vallon sec qui y débouche, mais au pied de l'un des deux coteaux, en amont ou en aval, selon que la stratification est inclinée dans un sens ou dans l'autre. Cette disposition du terrain rend très difficile, quelquefois même impossible, l'indication du point où doit s'effectuer le captage du cours d'eau souterrain.

Les sources ne se rencontrent pas seulement sur le thalweg de chaque vallée, vallon ou pli de terrain, on en trouve encore sur les versants des montagnes ou des collines surmontées de plateaux à fond rocheux ou argileux, recou-

(1) Voir au sujet de l'élévation du lit de certains cours d'eau, les études hydrologiques de M. Belgrand. *La Seine. Études hydrologiques.* Paris, 1872, in 8°, pp. 80 et 82.

verts d'une certaine épaisseur de sol perméable. La présence d'une source dans ces conditions de terrain, est révélée à l'observateur attentif par une dépression très faible qui prend naissance vers le milieu du plateau, et vient aboutir sur le versant à un réduit ou cirque produit par des éboulements successifs dus à l'action des eaux souterraines. Le centre de ce réduit est souvent occupé par des plantes aquatiques, et l'on remarque que la neige et les gelées blanches n'y tiennent pas (1). Cette disposition des sources se retrouve sur divers points de la vallée de la Marne, à la ligne séparative de l'argile plastique et des diverses formations qui lui sont superposées.

Il ne suffirait pas d'appliquer indistinctement à tous les terrains les principes que nous venons d'exposer, pour être assuré d'y découvrir des sources. Certaines formations géologiques en effet, par leur nature et leur disposition, s'opposent à la formation des courants souterrains, d'autres les laissent descendre à de trop grandes profondeurs; l'étude de l'hydrogéologie nécessite donc une connaissance approfondie des couches diverses dont se compose l'écorce du globe, connaissance qui ne peut s'acquérir entièrement par la lecture des ouvrages de géognosie, mais doit être jointe à l'examen sur place d'un grand nombre de formations géologiques.

Parmi les terrains favorables à la recherche des sources, il faut ranger en première ligne les terrains primaires comme les gneiss et les micaschistes, et les terrains intermédiaires ou de transition comme les grès, les schistes et les psammites.

(1) Quand le sol est recouvert de gelée blanche, il est facile de s'assurer si un courant existe à peu de profondeur, car cette gelée ne tient pas sur sa direction; j'ai eu plusieurs fois l'occasion de faire cette remarque dans les temps de neige, en suivant la ligne de l'aqueduc de Dijon. La neige s'affaisse et fond en partie sur la ligne suivie par cette construction, bien que la voûte soit partout à plus d'un mètre sous terre et que l'eau coule encore à un mètre au-dessous de l'extrados de cette voûte recouverte elle-même d'une chape. H. Darcy. *Les fontaines de la ville de Dijon*. Paris, Dalmont, 1856, in-4°.

Ces formations sont toutes plus ou moins recouvertes de débris arénacés, et leurs couches diverses ne commencent à devenir compactes qu'à la profondeur de quelques mètres. Cette disposition, en facilitant l'infiltration des eaux pluviales, donne naissance à des sources très nombreuses, peu profondes et en général d'un volume assez faible. Leurs eaux, rencontrant dans leur parcours peu de matières solubles, y sont d'une grande limpidité.

Les terrains secondaires ne sont pas tous également favorables à la production des sources. Ceux dans lesquels on a le plus de chance d'en rencontrer, sont : l'oolithe, le calcaire compact, siliceux, et coquiller. Le lias en contient aussi d'assez nombreuses. Dans tous ces terrains, les sources sont moins rapprochées les unes des autres que dans les terrains primaires et dans ceux de transition, mais elles y sont beaucoup plus abondantes. La plupart du temps elles suivent un conduit à peu près circulaire (1) qu'elles obstruent de temps en temps, puis s'en creusent un autre à une faible distance du premier ; cette circonstance se présente surtout dans les calcaires siliceux. A la suite de longues pluies et de violents orages, l'eau de la plupart de ces sources prend une teinte louche qu'elle conserve pendant quelques jours.

Les terrains tertiaires tels que les calcaires de Beauce, les grès meulières, la plupart des formations du système tongrien, le calcaire grossier parisien, les sables et calcaires des environs de Bruxelles sont également bien disposés pour la formation des sources. En général, elles circulent sur la ligne du thalweg dans un lit de gravier

(1) J'ai reconnu aussi, à la suite de terrassements exécutés au point de jonction des vallées secondaires avec la vallée principale dans les terrains calcaires, l'existence de cours d'eau se dirigeant vers la vallée principale dans des conduits à peu près circulaires, formés par les dépôts successifs de carbonate de chaux qui agglutinaient les sables dont le sous-sol du vallon était composé. H. Darcy. *Les fontaines de la ville de Dijon.* Paris, Dalmont, 1856, in-4°.

qui leur permet d'acquérir une certaine vitesse ; dans le reste de leur bassin, elles sont à l'état de nappes continues. Ce que nous disons des terrains tertiaires s'applique aux formations quaternaires telles que celles que l'on retrouve sur les côtes de la Sicile, composées à leur base d'argiles ou marnes bleuâtres et à leur partie supérieure de calcaire grossier. On peut en dire autant des travertins de la Toscane et des environs de Rome, ainsi que des tufs ponceux dans le genre de ceux qui composent le sol napolitain. Lorsque ces terrains renferment des couches alternativement perméables et imperméables dont les assises sont peu inclinées et affleurent sur un plateau assez vaste, on rencontre sur un même thalweg deux ou trois étages de sources.

On doit regarder comme peu favorables aux recherches d'eaux vives certains dépôts du calcaire jurassique d'une grande épaisseur et très désagrégés ; ils absorbent, il est vrai, une grande quantité d'eaux pluviales et recèlent parfois des cours d'eau importants, mais ces énormes sources ne se trouvent presque jamais beaucoup plus élevées que le cours d'eau dans lequel elles se jettent, et ne peuvent être utilisées qu'à quelques centaines de mètres de leur débouché, dans la vallée sèche assez profonde qui leur livre passage. La même particularité se remarque dans les dépôts de craie dans lesquels on ne trouve point, à proprement parler, de sources, mais de vastes nappes généralement affectées d'une pente très faible vers le cours d'eau visible qui les traverse. — Le diluvium, les formations volcaniques telles que les cendres, les coulées, les basaltes, présentent une dispositions trop irrégulière pour qu'on puisse y tenter des recherches avec quelque succès ; il faut en dire autant des argiles, lorsqu'elles ne sont pas recouvertes d'une épaisseur suffisante de terrain perméable comme cela a lieu dans le Gâtinais et dans presque tout le département des Landes.

Il ne suffirait pas, pour tirer des études hydrogéologiques tout le parti possible, d'arriver à déterminer la ligne

qu'une source suit sous terre ; dans beaucoup de cas, il est utile de connaître approximativement à quelle profondeur elle circule, afin d'apprécier à l'avance les travaux à exécuter pour la mettre au jour. Cette profondeur est assez variable dans le cours d'une source ; en certains endroits elle est considérable, dans d'autres elle est assez minime. « Les endroits où une source est le plus rapprochée du sol sont : 1° le point central du premier pli de terrain où se réunissent, sur la plage élevée, tous les filets d'eau qui forment son commencement ; 2° le centre du cirque où elle commence ; 3° le bas de chaque pente du thalweg visible ; 4° l'approche de son embouchure (1). »

Pour connaître la profondeur d'une source, il faut, après avoir déterminé sa ligne de passage, descendre le long du thalweg et voir si la source n'apparaît pas plus bas, soit naturellement, soit dans un creux fait de main d'homme. Dans ce cas, un simple nivellement fera connaître le maximum de la profondeur que l'on devra atteindre. Je dis le maximum, parce qu'il faudra déduire de la hauteur obtenue la pente présumée de la source du point indiqué jusqu'à son débouché.

Si la source ne se montre en aucun endroit, on nivellera l'un des coteaux qui forment le vallon, et on mesurera la distance qui sépare le pied de ce coteau du thalweg extérieur. Une simple proportion fera connaître la profondeur à laquelle les pieds des coteaux se joignent sous le terrain de transport. Si la source se forme sur un plateau élevé, et que l'assise imperméable qui la soutient affleure sur le versant du coteau, en nivelant la partie visible de la couche imperméable, et en mesurant la distance qui sépare cet affleurement du réduit dans lequel se trouve la source, on obtiendra sa profondeur approximative. Outre ces moyens il en existe d'autres analogues, dont l'exposé nécessiterait d'assez longs détails et que chaque explorateur modifie

(1) Paramelle. *Art de découvrir les sources*. Paris, 1856, in-8°, p. 148.

d'après les terrains sur lesquels il opère. On trouve également, dans le traité de l'ingénieur Dupuit sur la conduite et la distribution des eaux (1), la marche à suivre pour connaître la profondeur d'une nappe souterraine sur un point donné, et en calculer la pente.

Dans certaines plaines basses, complètement dépourvues d'ondulations, il existe très souvent des nappes d'eau circulant à des profondeurs variables dans les sables ou les graviers. Il suffit d'y creuser à la profondeur des puits existant déjà pour être assuré d'y trouver de l'eau.

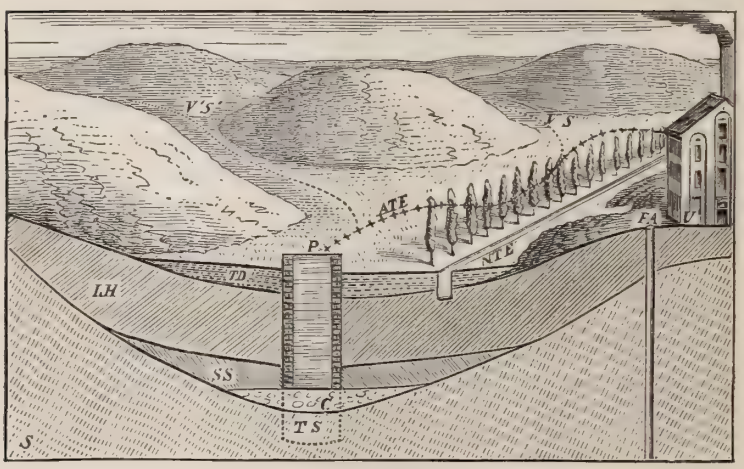
L'estimation du volume d'une source ne saurait être l'objet d'un calcul exact, même dans les pays où des études hydrologiques exécutées sur divers terrains ont établi le rapport moyen entre la quantité de pluie qui tombe et celle que débitent les sources. — Deux sources formées sur des bassins hydrographiques d'égale étendue, recouverts d'une épaisseur à peu près égale de terrain détritique, présenteront souvent une différence notable dans leur débit par suite de l'inégalité de pente entre la surface des deux bassins et celle de la couche imperméable sur laquelle circulent les eaux souterraines.

Le drainage et le déboisement sont aussi deux circonstances qu'il faut faire entrer en ligne de compte dans l'appréciation approximative du volume d'une source cachée. Le drainage a pour effet de diminuer l'épaisseur du filtre naturel qui recouvre cette source, en emportant rapidement les eaux pluviales qui, dans l'état naturel du sol, s'infiltraient dans le dépôt perméable. Le déboisement, en faisant disparaître l'immense surface de feuilles, de mousses et de gazons qui reçoit l'eau pluviale et la laisse infiltrer dans le sous-sol, exerce une influence assez sensible sur le débit des sources. Cette influence, moins désastreuse que celle du drainage, est plus ou moins grande d'après le genre de culture mis en pratique sur les parties déboisées.

(1) Dupuit. *Traité théorique et pratique de la conduite et de la distribution des eaux*. Paris Dunod. 1865, p. 87.

Tels sont, dans toute leur simplicité, les principes de la science hydrogéologique. Chaque explorateur peut les compléter par un ensemble d'observations plus ou moins nombreuses, mais au fond la théorie d'après laquelle il opère reste toujours la même, et ses moyens d'investigation diffèrent peu de ceux que nous venons d'exposer.

Pour rendre plus sensible l'application des principes, nous entrerons dans quelques détails sur la découverte d'une source abondante indiquée par nous il y a quelques années entre deux puits presque entièrement privés d'eau ; la coupe ci-jointe fera connaître à quelle cause il faut attribuer l'insuccès des deux premières tentatives.



Au moment où fut établie la sucrerie d'Enghien, les administrateurs se basant sur ce que les puits ordinaires creusés aux environs fournissaient une faible quantité d'eau, resolurent d'alimenter l'usine au moyen d'un forage artésien. Ce forage ayant été conduit à une profondeur de cent cinquante mètres sans résultat appréciable, on résolut d'aller puiser l'eau à une source artésienne située dans le parc du duc d'Arenberg. Cette source étant venue à s'ensabler, je

fus prié d'explorer le terrain voisin de l'usine en vue d'y trouver une source capable de fournir l'eau nécessaire à la fabrication. Une étude de quelques heures me permit de constater la présence d'un courant souterrain passant entre le forage artésien FA, et le point LH, où un puits ordinaire avait été creusé sans résultat.

La difficulté était de retrouver l'ancien thalweg TA sous une surface assez exactement nivelée; les besoins de la culture ayant fait transporter sur la ligne TN le ruisseau destiné à conduire les eaux pluviales. Une étude attentive me permit néanmoins d'indiquer par deux jalons l'espace dans lequel passait la source. La fouille, exécutée quelques jours après, traversa une faible épaisseur de terrain détritique TD, quelques mètres de limon hesbayen LH, et arriva dans un sable siliceux SS contenant quelques grains de glauconie. L'abondance de l'eau et un accident arrivé à la machine d'épuisement ne permirent pas d'atteindre la couche de cailloux ni le thalweg souterrain TS. L'eau coule actuellement à fleur du sol, et débite environ cent cinquante mille litres par jour; quand la machine fonctionne et abaisse le niveau à sept mètres, le débit s'élève à huit cent mille litres.

Nous donnerons encore ici la désignation de quelques sources indiquées par nous en Belgique, choisissant de préférence les localités où des fouilles avaient été exécutées sans succès.

Abbaye de Maredsous par Denée (Province de Namur). —Indiqué deux sources trouvées les 19 et 21 avril 1873 à une faible profondeur. Elles surgissent dans les psammites de l'étage condrusien, recouverts d'une épaisseur moyenne de terrain détritique ; leur point d'émergence est à 70^{m} au-dessus du fond de la vallée voisine, leur débit varie selon les saisons entre 60 et 72 mètres cubes par 24 heures.

Brasserie Daumerie, près d'Ansereul (Hainaut.) — Indiqué trois sources dans la pièce de terre qui longe la route de Tournay à Renaix, en face des bâtiments de la brasserie. Les sources ont été mises au jour en novembre 1874 ; elles

coulent sur l'argile du système yprésien recouverte d'une épaisseur moyenne de 2 à 5 mètres de limon hesbayen.

Forest par Anvaing (Hainaut). — Indiqué à cent mètres du village, sur le bord du chemin qui conduit au Bas-Forest, une source située à 2 mètres de profondeur, et découverte le 11 septembre 1874. Elle coule sur l'argile du système yprésien, dans un lit de cailloux recouvert d'une couche de sable siliceux et de limon hesbayen ; son débit minimum est de 200 mètres cubes par 24 heures ; l'eau s'élève à fleur du sol.

Ancienne distillerie agricole de M. Wattecamps à Maulde (Hainaut). — Indiqué, en septembre 1874, une source assez abondante qui, interceptée en trois points de son parcours, s'est trouvée aux profondeurs de 1^m, 1^m 50 et 2^m 80. La nature du sol est la même que pour l'indication précédente ; le débit de cette source n'a pas été jaugé.

Château de Vivier-l'Agneau, près Assesse (Province de Namur). — Indiqué dans la propriété du Bon de Monin, une source assez abondante trouvée à la fin du mois d'août 1875, à une profondeur de trois mètres. Elle coule dans les psammites recouverts d'une faible épaisseur de calcaire à crinoïdes.

Château d'Ormeignies, près Ath (Hainaut). — Indiqué dans le parc une source située à 10 mètres de profondeur et découverte dans les premiers jours d'octobre dernier. La fouille a rencontré au-dessous du limon hesbayen un sable glauconifère d'un mètre d'épaisseur, puis une couche de cailloux roulés empâtés dans l'argile. Le débit de la source est de 52 mètres cubes par jour.

L'abbé Boulangé.

LES NATURALISTES PHILOSOPHES

HARTMANN, HÆCKEL, AGASSIZ, VIRCHOW, KARL VOGT.

Nous avons vu dans le précédent chapitre comment un philosophe positiviste anglais s'est efforcé de mettre en lumière l'évolution progressive de la conscience individuelle et sociale par voie d'intégration et de différenciation continue.

Après avoir montré comment, dans l'évolution d'un système solaire, d'une planète, d'un organisme et d'une nation, il s'opère toujours une condensation d'éléments diffus et une dissipation croissante de mouvement à mesure que la différenciation des organes entraîne la division du travail, Spencer n'hésite pas à comparer l'histoire de l'esprit humain à l'histoire de l'univers.

Dans l'humanité comme dans le règne animal, l'évolution de l'individu serait la répétition sommaire de l'évolution de l'espèce.

L'esprit humain comme le corps social passerait lentement et à son insu de la période de l'inconscience à celle de la conscience, à mesure que l'accroissement de ses notions et le développement de ses facultés lui révèleraient le

pourquoi et le comment des choses et lui permettraient de substituer partout la méthode rationnelle à l'empirisme aveugle. L'ère scientifique que nous traversons serait donc l'aurore de l'*âge de raison de notre espèce.*

L'âge artistique inconscient, caractérisé par des notions *à priori* enfantées par l'imagination, ferait place à l'âge scientifique où l'homme apprend à se prémunir contre ses impressions et ses préjugés d'éducation, par la réflexion fondée sur la connaissance des lois naturelles. C'est ainsi que l'économie politique, en nous révélant les lois naturelles du corps social, comme la biologie nous a révélé celles du corps humain, nous a permis de constater que l'organisme social obéit dans son développement aux même lois que l'organisme individuel. Notre corps aurait traversé dans la suite des âges toutes les phases d'intégration matérielle qui se reproduisent sommairement dans la vie embryonnaire et correspondent aux différents degrés de l'échelle des êtres existants ; notre esprit aurait subi les mêmes lois en se dégageant peu à peu, depuis l'acquisition du langage, des ténèbres de l'inconscience, c'est-à-dire de l'instinct des animaux.

« Les natures inférieures sont encore caractérisées par ce prime saut qui résulte de l'action sans contrôle d'un petit nombre de sentiments; les natures supérieures le sont par l'action simultanée de beaucoup de sentiments secondaires, d'impulsions conscientes et de raisonnements qui modifient les sentiments éveillés du premier coup. Le passage de l'homogène à l'hétérogène par l'intégration et la différenciation inconsciente des langues, des industries, des arts, des sciences et des sociétés s'est opéré suivant les mêmes lois que l'évolution matérielle des mondes et des organismes. De part et d'autre, l'intégration en condensant les éléments épars, amène la division du travail par la multiplication des organes et des fonctions primitivement diffuses. »

Ainsi l'organisation irait se perfectionnant sans cesse

depuis la cellule jusqu'à l'homme et, dans l'humanité, depuis les âges de la pierre jusqu'à nos jours, où l'esprit humain commencerait à peine à se dégager des langes de la barbarie en prenant conscience de lui-même, des causes des phénomènes qui l'entourent et des préjugés qui l'oppriment.

Or, voici qu'un philosophe allemand, se fondant à son tour sur les révélations des sciences naturelles, s'efforce de pénétrer plus loin dans le domaine de l'*Inconnaissable* que Spencer considère comme le pôle inaccessible de la pensée. A cet effet, il s'attache, lui aussi, à faire ressortir par d'innombrables observations physiologiques, tout ce qu'il y a d'*inconscient* dans notre évolution individuelle et sociale. Mais, au retour de son voyage dans ces régions ténébreuses, il est loin de partager l'optimisme du philosophe anglais ; car il n'a pas découvert comme lui dans la nature cette évolution progressive vers le bien qui explique toutes les souffrances des êtres sensibles. A ses yeux le monde est le produit d'une puissance aveugle et barbare qui, tout en s'ignorant elle-même, emploie mille ruses méchantes pour conserver son œuvre imparfaite. De cette intelligence inconsciente est sorti, à la fin, un animal qui se croit libre parce qu'il suppose que ses impressions correspondent à la réalité des choses. Ainsi l'homme croit connaître, et comme la liberté repose tout entière sur la connaissance, il se croit responsable de ses actes, bien qu'à chaque instant il soit forcé de constater qu'il se trompe ou que ses ascendants se sont trompés grossièrement sur les apparences des phénomènes. La volonté inconsciente, qui le détermine, fait qu'en s'imaginant choisir librement, il est fatalement attiré suivant la direction des forces qui triomphent dans la concurrence vitale entre les idées et les impressions des sens. Bref, l'homme serait le jouet de l'ignorance et de la fatalité, tout en croyant connaître et vouloir parce qu'il a une conscience obscure de ses actes. Cette double erreur serait la cause de l'excès de ses maux, car elle l'aurait conduit à inventer des lois et des religions, un état de civilisation qui engendre

des moyens raffinés de torture, en aiguisant le système nerveux, condition nécessaire de la sensibilité et de l'intelligence. Notre prétendu savoir ne serait qu'un tissu d'illusions dont nous serions perpétuellement les dupes, et le dernier mot de cette philosophie est un cri de désespoir et d'impuissance. Quand l'évolution inconsciente de l'esprit humain aura dissipé nos dernières illusions en développant la conscience, Hartmann ne doute pas que l'homme ne mette lui-même un terme par le suicide à l'évolution malheureuse de son espèce.

Hartmann s'ingénie à montrer de mille manières comment l'homme devient dès sa naissance la proie de l'inconscient ; comment en poursuivant le bonheur, il n'arrive le plus souvent qu'à se détruire et à détruire ceux qui l'entourent ; ou bien à créer, aux dépens de son bien-être, les éléments d'une société nouvelle également malheureuse.

Tandis que Spencer découvre la philosophie de l'histoire dans l'évolution progressive vers le bien qui naît du conflit des égoïsmes, mobile aveugle et permanent de l'activité vitale, Hartmann est amené par la tournure pessimiste de son esprit à nier ce progrès; ce qui le frappe, ce sont les souffrances qui résultent de la perversion native de l'homme ou de son ignorance.

L'inconscient résulte à ses yeux de ces deux facteurs : la prédominance de l'instinct sur la raison, de la moelle sur le cerveau, c'est-à-dire des actions réflexes désordonnées sur les actions volontaires ; ou l'insuffisance des forces et des lumières intellectuelles, causes permanentes des erreurs de la volonté, et des habitudes qui entraînent les maladies physiques et morales, le vice, le crime et la misère.

Pour triompher des ruses de l'inconscient, dit-il, l'homme devrait posséder des notions claires sur les lois physiques et les rapports de l'organisme avec la pensée ; assez de clairvoyance, de mémoire, d'esprit de suite et d'empire sur lui-même pour connaître et diriger les causes de ses impulsions, pour présider à la naissance, à la marche et à l'as-

sociation de ses idées, pour se prémunir en un mot contre les impressions du dehors et les entraînements irréfléchis du dedans, c'est-à-dire du sentiment, cause première de ses malheurs. « L'amour est le piège le plus terrible tendu à l'humanité par l'inconscient pour engendrer la douleur ; les amants ne savent pas ce qu'ils font ni pourquoi ils s'aiment, car la nature entraîne l'homme par des illusions incessantes vers le seul but qui l'intéresse, la conservation de l'espèce aux dépens de l'individu. » — « Les égoïstes, qui ne pensent qu'à eux-mêmes, n'aboutissent qu'à produire les éléments d'une société nouvelle dont ils seront éliminés, souvent après de longues tortures. Aussi le sentiment peut-il être considéré comme l'expression la plus haute de l'inconscient. » — « L'homme sait d'autant moins ce qu'il veut qu'il s'abandonne davantage aux suggestions du sentiment ; les enfants et les femmes le savent rarement ; les animaux l'ignorent encore bien plus complètement. » L'homme de science seul, qui s'efforce de remonter sans cesse à la source de ses impulsions et de celles d'autrui, et qui s'exerce *en connaissance de cause, à substituer des motifs rationnels aux motifs émotionnels* qui nous déterminent d'ordinaire, parvient à se soustraire plus ou moins à la tyrannie de l'inconscient, de l'inexorable dieu Pan qui pénètre et anime tout ce qui vit. Les hommes de lettres et les artistes, esclaves de leurs impressions et du sentiment, vivent également sous le règne de ce dieu barbare qui détruit ou désunit les hommes et empoisonne l'existence par d'incessants malentendus, par d'absurdes exigences et par des aspirations sans mesure. On le voit, Hartmann s'écarte absolument de la manière de voir de Spencer, quoiqu'il s'inspire également du panthéisme hégélien ; il n'admet pas que la femme inconsciente partage les droits de l'homme conscient. Il n'est pas organicien, en ce sens qu'il suppose dans tous les organismes l'existence d'un principe métaphysique, d'une conscience obscure qui les guide vers l'accomplisse-

ment de leur destinée. Ainsi il est amené à combattre le darwinisme et à plaider le principe des causes finales contre l'école matérialiste. Ce qui lui a valu les critiques les plus sévères des matérialistes d'outre-Rhin sans lui rallier les sympathies de l'école spiritualiste ; celle-ci se refuse avec raison à reconnaître dans l'*Un-tout* de Hartmann, dans cette conscience universelle qui s'ignore elle-même et qui s'efforce de se reconnaître dans l'homme, après avoir créé et gravi lentement dans le temps et l'espace tous les degrés de l'échelle des êtres, autre chose qu'une grossière contradiction capable de germer seulement dans un cerveau nébuleux.

Il est vraiment plaisant de voir Hartmann s'efforcer de démontrer, par exemple, la divisibilité du moi et de la conscience, en affirmant que lorsqu'on coupe en deux une fourmi d'Australie, ses deux tronçons se livrent immédiatement un combat acharné ; ou bien que deux consciences pourraient se résoudre en une seule par la soudure de deux cerveaux, puisque les deux frères Siamois éprouvaient des impressions communes dans les organes communiquants. Oscar Schmidt, professeur à l'Université de Strasbourg, a parfaitement fait ressortir toutes les hérésies scientifiques de l'apôtre de l'Inconscient, auquel on ne peut cependant dénier une grande érudition et qui a fourni quelques arguments nouveaux et sérieux contre le transformisme. Mais ce qu'il y a de plus saillant et de plus original dans cette œuvre philosophique, c'est la psychologie de l'inconscient. Spencer s'est borné à comparer l'évolution sociale à l'évolution individuelle, le développement de l'espèce à celui de l'individu, en s'attachant à prouver, par l'histoire et l'anthropologie comparée, que l'humanité a passé, comme chacun de ses membres en particulier, de la période de l'inconscience, de l'ignorance et de l'irresponsabilité, à celle de la conscience et de la science. Hartmann porte plus loin son analyse et, pénétrant dans les menus détails de la vie, il montre l'inconscient à l'œuvre, en faisant toucher

du doigt les causes ordinaires des malentendus et des travers d'esprit qui divisent les hommes et les familles, et aboutissent à la destruction et au malheur de tant d'êtres intelligents et sensibles. Il montre comment les parents compromettent à jamais l'avenir, la santé et le bonheur de leurs enfants, par l'excès d'une tendresse *inconsciente*, mille fois plus pernicieuse que des excès de sévérité ; comment des enfants payent les parents d'ingratitude et empoisonnent leur propre existence, en obéissant aux aveugles inspirations d'un amour-propre ou d'un égoïsme inconsidéré ; comment des époux que de nombreuses affinités de caractère avaient unis, se haïssent ensuite et se rendent la vie insupportable faute de chercher à se rendre un compte exact des mobiles de leurs impulsions mutuelles et de se faire les concessions qu'un égoïsme malentendu les empêche d'admettre. Toujours et partout l'*inconscient* implacable et moqueur, qui engendre la souffrance là où se trouvent surabondamment réunis les éléments de la paix et du bonheur.

Les ignorants s'en prennent les uns aux autres des conditions extérieures qui les oppriment, de la misère, de la maladie, etc. On remarque que les artistes sont en général les plus vaniteux, les plus irascibles et les plus susceptibles des hommes, les plus tranchants et les plus intraitables dans leur intérieur. L'orgueil n'est pas le fils de la science, mais de l'inconscient. La présomption est en raison directe de l'ignorance, grisée par des notions fausses ou incomplètes.

En résumé, c'est parce qu'il obéit d'ordinaire à ses premières impressions irréfléchies, que l'homme compromet à jamais le bonheur de sa vie, dans quelque position qu'il se trouve. L'Inconscient règne en maître partout, même dans les classes les plus éclairées. La science nous arme contre la nature qui veut l'erreur et la douleur qu'elle entraîne ; mais la nature a mille ruses pour tromper l'homme et l'engager sur une pente qu'il ne peut remonter

ou dans des liens qu'il ne peut rompre. Chose curieuse, ces ruses de l'instinct qui trompent l'homme et le mènent à sa perte, sauvent l'animal soumis tout entier à son empire, et le guident par mille voies différentes, ingénieusement variées, suivant son espèce, vers la réalisation parfaite de sa fin. Hartmann est ainsi amené à reconnaître le grand fait de *la perversion de l'instinct* qui établit une opposition radicale entre l'homme et les autres créatures vivantes, et qui trouve sa raison d'être dans l'un des principaux dogmes de l'Église catholique.

Mais il conclut que la plupart des hommes ne peuvent mesurer la portée des actes qu'ils posent, parce qu'ils sont les dupes de leurs impressions, et que l'ignorance est la vraie cause de leurs souffrances et de leurs crimes. Il serait donc absurde, d'après lui, d'attribuer à leurs engagements, et en général, à leurs actes bons ou mauvais, une portée absolue, parce qu'ils ne sont pas le produit d'une véritable liberté; car l'exercice du libre arbitre est toujours entravé plus ou moins par l'inconscient, qui nous porte sans cesse à voir dans les choses ce qui n'y est pas, et à ne pas voir ce qui s'y trouve. A mesure que les hommes, par les progrès de l'évolution de la pensée, échapperont davantage au règne de l'Inconscient, on verra, dit Hartmann, les lois civiles et religieuses s'adoucir dans les rigueurs de leurs sanctions inflexibles, parce que l'on reconnaîtra que la liberté n'existe que par la connaissance. Déjà l'on a aboli les tortures et la peine de mort sans augmenter la criminalité.

Tout en admettant la petite part de vérité qui existe dans ces observations, nous nous retrouvons en présence de la même tendance qui caractérise la philosophie morale de l'école positiviste anglaise et qui consiste à nier, ou tout au moins à diminuer, la liberté et la responsabilité humaine. C'est ainsi que la doctrine de l'équivalence des forces, appliquée par Spencer à la psychologie aboutit nécessairement au fatalisme; car s'il est vrai que les phénomènes psychologiques se réduisent à des modes divers de

mouvement et que le mouvement se propage toujours suivant la ligne de la plus forte traction ou de la plus faible résistance, il est évident que la volonté sera toujours entraînée, défaillante, par le motif le plus puissant.

Or il ne faut pas se faire illusion ; toute notre civilisation est née de la haute idée de la responsabilité qu'a su répandre le christianisme, et tenter d'enlever à l'homme la propriété de ses actes, en ébranlant dans son esprit par des sophismes subtils la notion de la liberté, c'est enlever d'un seul coup la pierre fondamentale sur laquelle repose la société moderne. Le jour où l'homme se croira irresponsable, il retombera immédiatement dans cet état de sauvagerie, de lutte féroce et sans merci pour la conservation de l'existence, qui caractérise les âges barbares.

Il est facile de reconnaître à quelles sources Hartmann a puisé les éléments de la doctrine de l'Inconscient ; c'est, d'une part, dans l'observation de l'instinct des animaux qui réalisent sans en avoir conscience les plus merveilleuses combinaisons, et dans l'étude de l'économie politique et de l'histoire qui nous montre la société accomplissant *à son insu* une évolution progressive. En effet, le développement des arts, des sciences, des lois, des industries, du commerce et surtout l'histoire des langues qui se transforment suivant des procédés réguliers, montrent que la société est comme un organisme inconscient qui obéit à des lois nécessaires ; c'est ce que confirment du reste les données modernes de la statistique sur l'invariabilité des moyennes de cas de folies, de suicides et de crimes à certaines époques et dans certaines sociétés. Ce fait, universellement reconnu aujourd'hui, n'est nullement incompatible d'ailleurs avec la conscience individuelle s'exerçant librement dans la société.

L'animal ne voit pas comme l'homme les fins qu'il réalise : la preuve, c'est qu'il continue le plus souvent à travailler dans une direction invariable quand on le place dans des conditions d'existence extraordinaires. Ainsi

l'abeille et le castor continuent à construire des cellules ou à élever des digues quand la raison finale de ce travail n'existe plus. Cependant il n'en est pas toujours de même chez les animaux supérieurs. C'est là que Hartmann a puisé l'idée de son *Inconscient conscient*.

L'homme lui-même continue à agir contrairement à ses intérêts par la force de l'habitude acquise ; les nations continuent à se combattre, alors que dans nos sociétés industrielles ces luttes féroces compromettent gravement les intérêts respectifs des peuples que l'on prétend élever en les poussant à s'entre-détruire. La guerre, qui était jadis un besoin, lorsque la faim et les éléments indomptés chassaient les peuples devant eux, n'est plus aujourd'hui qu'un déplorable abus qu'entretiennent seuls nos préjugés d'éducation et nos institutions surannées.

La *philosophie de l'inconscient* n'a pas eu le privilège exclusif de passionner dans ces derniers temps le monde des naturalistes allemands et d'exciter parmi eux des polémiques acerbes et violentes. La *doctrine de l'évolution* formulée par le bruyant professeur d'Iéna, Ern. Hæckel, a donné lieu depuis peu à des discussions scientifiques piquantes, où les adversaires ne se sont pas ménagé les gros mots et les dures vérités. Sans prétendre intervenir dans ce débat mémorable, nous nous bornerons à enregistrer les déclarations, les aveux et les contradictions qui en ressortent et qui sont de nature à ébranler singulièrement la foi de ceux qui croient le temps venu de substituer la révélation naturelle à la révélation chrétienne.

Hæckel a été appelé en Allemagne le Moïse du transformisme. Il est l'auteur de la morphologie des organismes et du fameux livre, *Histoire de la création naturelle*, où il s'attache à établir la généalogie complète des êtres vivants, depuis la cellule jusqu'à l'homme, en s'inspirant à la fois des idées de Darwin sur la variation et de celles de Lamark sur la progression continue. Il prétend formuler ainsi en

termes précis la loi du développement cosmogénétique qui explique le pourquoi de la sélection et l'origine de la vie. Comme tous les animaux et toutes les plantes ont leur point de départ dans une cellule, il est, dit-il, permis de supposer que toutes les espèces ne sont que des monères graduellement modifiées par la sélection. Aussi Hæckel voit-il les plus puissants arguments en faveur de son système dans les organismes les plus simples dont il a fait une étude spéciale et qui, comme les monères, paraissent se former par voie de génération spontanée. Il a vu notamment dans une espèce qui habite l'océan à 20 000 pieds de profondeur et qui lui fut dédiée par le professeur Huxley (Bathybius Hæckelii), un organisme sans organes et sans forme déterminée, simple masse de combinaison albumineuse de carbone, qui devient une cellule par condensation, dont la génération spontanée est facile à concevoir. Mais voilà que par malheur la dernière expédition du navire le *Challenger* ayant permis d'étudier avec soin cet « organisme » on découvrit que le *protoplasme* en question n'était pas de l'albumine, mais une simple combinaison minérale de sulfate de chaux ! Ce fut une terrible déconvenue pour les croyants de la *nouvelle Bible* qui s'imaginaient de bonne foi découvrir au fond des mers le mystère de la création naturelle.

Hæckel se fondait sur les découvertes de la chimie établissant qu'il n'entre dans la composition des êtres vivants aucune substance étrangère au règne minéral, et que beaucoup de corps, formés sous l'influence de la vie, ont été fabriqués depuis vingt ans dans nos laboratoires. Les combinaisons du carbone obtenues artificiellement font espérer, disait-il, qu'on ne tardera pas à produire la plus importante de toutes, où la vie se manifeste d'abord, l'albumine. Il oubliait de constater que pas une des combinaisons produites ne présente la moindre trace d'organisation et ne peut, par conséquent, jeter aucune lumière sur l'origine de la vie. Cependant ces considérations, appuyées sur la découverte

du « Bathybius Hæckelii », suffirent pour populariser dans toute l'Allemagne la *théorie du carbone* tombée depuis sous le ridicule.

L'illustre professeur d'anatomie pathologique de Berlin, Virchow, a porté récemment un coup mortel à l'Église des évolutionnistes allemands, en déclarant carrément « *que l'on ne peut pas considérer comme un fait acquis à la science que l'homme descend du singe ou de tout autre animal, et que les progrès positifs de l'anthropologie préhistorique nous ont de plus en plus éloignés de la preuve de cette parenté.* » — « On ne connaît pas un seul fait positif qui établisse qu'une génération spontanée ait jamais eu lieu, qu'une masse inorganique, même de la Société Carbone et Cie se soit jamais transformée spontanément en masse organique. Ceux qui disent le contraire sont contredits par les savants et non pas par les théologiens.

» Il est facile de dire : une cellule est formée de petites parties qu'on nomme *plastidules ;* les plastidules sont à leur tour formées de charbon, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, et sont animées d'une âme particulière ; cette âme est le produit ou la somme des forces que possèdent les atomes chimiques. Nous devons dire à l'instituteur : *N'enseignez pas cela ;* car je ne puis reconnaître que nous soyons autorisés à introduire l'âme du plastidule dans l'enseignement. »

Prenant ensuite à partie le dogmatisme tranchant du professeur d'Iéna qui traite avec un mépris souverain les savants rebelles à sa doctrine encyclopédique, Virchow le rappelle à la modestie : « N'oublions pas que tous, tant que nous sommes, nous sommes sur certains points des *demi-savants*, nous ne possédons chacun que des fragments de la science de la nature, et aucun de nous ne peut avoir des titres égaux à représenter tous les ordres de connaissance (1). »

Rien n'égale le dédain superbe que professe l' « illustre » Hæckel pour les aristocraties et les maisons royales « où

(1) La liberté de la science dans l'État moderne, *Congrès des naturalistes allemands.*

les maladies mentales sont héréditaires dans une mesure exceptionnelle. » Cependant, il fait une exception pour la « maison de Saxe. » Cela peut donner la mesure de cet esprit, dont certains fanatiques de l'évolutionisme ont voulu faire un génie. Dans un récent ouvrage intitulé *But et voies de l'embryogénie moderne*, il s'acharne à déshonorer la mémoire d'Agassiz, l'un des adversaires les plus en vue du transformisme. A l'en croire, L. Agassiz ne fut « qu'un chevalier d'industrie qui dut sa réputation, non pas à ses propres travaux, mais au talent merveilleux qu'il avait de s'approprier les travaux des autres. Son ignorance de la structure élémentaire et de la vie des cellules lui rendait impossible une juste appréciation de l'évolution embryonnaire des animaux. »

Hæckel oublie sans doute que, dans son *Histoire naturelle de la création*, il avait tenu un tout autre langage. « Le célèbre ouvrage d'Agassiz sur les poissons fossiles, disait-il, est une œuvre tout à fait digne de prendre place à côté des traités fondamentaux de Cuvier. Il nous enseigne les lois les plus solidement établies de l'*évolution générale*, et ces lois *c'est Agassiz qui les a découvertes* en grande partie. C'est lui qui, le premier, a fait ressortir le remarquable parallélisme entre l'évolution *embryonnaire* et l'évolution paléontologique, entre l'ontogénie et la phylogénie. Agassiz montre que non seulement l'évolution de tout le groupe vertébré est parallèle à l'évolution embryonnaire, mais qu'il l'est aussi à ce développement systématique, par gradation, que nous voyons s'échelonner depuis les classes, les ordres les plus inférieurs, jusqu'aux classes les plus élevées (1). » Hæckel ne fait pas mystère de la cause de l'aveugle animosité qui le pousse dans ces contradictions. « La conclusion la plus importante à laquelle Agassiz ait été conduit par ses études sur le développement embryon-

(1) *But et voies de l'embryogénie moderne. — Les adversaires du transformisme.*

naire, c'est que toutes les espèces sont des incarnations de l'idée créatrice et que l'idée qu'elles matérialisent est permanente. » Et ailleurs : « nous n'aurions pas insisté sur le manque de signification de ces doctrines insoutenables si l'*Église orthodoxe*, ayant trouvé dans Agassiz un adepte tel qu'elle n'est pas habituée à en rencontrer, ne s'était empressée de s'appuyer sur les théories de cet homme éminent. »

Si l'Église catholique, principal objectif de Hæckel, n'avait pour consolider ses doctrines que des soutiens comme Agassiz qui niait l'unité de l'espèce humaine et défendait la cause de l'esclavage aux États-Unis, nous convenons volontiers quelle serait bien mal défendue.

Si parmi les découvertes embryologiques du savant américain il en est dont la valeur est très contestable, Hæckel conviendra que les inductions qu'il tire de ses propres découvertes sont plus contestables encore. Il ne suffit pas de comparer comme il le fait la cellule de l'œuf aux amibes d'une existence plus ou moins problématique, pour en déduire la génération spontanée et la transformation des espèces. Il ne suffit pas de signaler quelque analogie entre le sac embryonnaire d'une éponge et les deux feuillets du blastoderme des animaux supérieurs, pour imposer à la science « la théorie de la Gastrula. » Il ne suffit pas enfin de comparer l'évolution embryonnaire d'un poulet et d'une tortue, d'un chien et d'un homme pour établir leur commune descendance et traiter avec un mépris transcendant quiconque n'admet pas cette affirmation comme un dogme.

Dans un récent travail sur l'origine de l'homme, le naturaliste Karl Vogt qui n'est certes pas suspect de « théisme ni d'anti-transformisme » s'attache à démontrer scientifiquement tout ce qu'il y a de hasardé et d'imaginaire dans la tentative de Hæckel. « Quand il s'agit d'établir la généalogie des êtres, rien n'est obscur pour Hæckel ; il sait tout ! Depuis la monère amorphe jusqu'à l'homme parlant, toutes les étapes sont déterminées par induction, comptées au nombre

de vingt ou de vingt-deux, et placées dans les âges correspondants. Malheureusement cet arbre généalogique si complet, si bien agencé n'a qu'un seul petit défaut, semblable à celui du cheval de Roland : *la réalité lui fait complètement défaut*, comme la vie au cheval du paladin. Tous les échelons fossiles sont constitués par des êtres imaginaires dont on n'a jamais trouvé de traces. Si on ne les a pas trouvés, on les trouvera plus tard ou bien ils étaient constitués de manière à ne pouvoir se conserver dans le sol ! »

C'est ainsi que Hæckel fabrique un prototype idéal des vertébrés à l'instar de l'*amphioxus*, qui n'a ni tête, ni cœur, ni cerveau, en développant un organe par ci, en supprimant un détail par là, et parfois même, comme le fait observer Vogt, en oubliant des organes essentiels. Quand on ne peut trouver de représentants actuels ou éteints des types nécessaires, on s'adresse à l'embryogénie en se fondant sur ce principe que l'ontogénie, ou l'évolution de l'individu, est la répétition sommaire de la phylogénie ou de l'évolution de l'espèce. Malheureusement ici encore la nature se refuse, à chaque pas, à servir l'imagination du naturaliste créateur. Alors on a recours à l'*ontogénie abrégée ou falsifiée* pour établir quand même ses inductions morphologiques. « C'est ainsi, dit Vogt, que le développement ontogénique de l'homme et de tous les animaux qui ne veulent pas se plier à la théorie de la *gastrula* ou qui s'obstinent à user de l'orifice unique de l'invagination comme d'anus au lieu d'en faire une bouche etc., ne peut être que falsifié, c'est-à-dire dévié de sa direction normale par une cause inconnue. C'est très commode, mais ce n'en est pas plus clair pour cela. »

Vogt démontre, par de récentes découvertes paléontologiques des naturalistes américains, que les Lémuriens, que Hæckel a baptisés du nom de *prosimiens* et qu'il considère comme la souche des singes d'où l'homme est sorti dans le continent hypothétique qualifié du nom de Lémurie, n'ont rien de commun avec les primates.

Vogt fut, chacun le sait, le premier champion de la « descendance du singe ; » il appliqua le premier le principe de Darwin à l'étude comparée de l'homme et du singe, avant que Hæckel eût essayé de prouver que ce principe s'étend à tous les êtres organisés. Or voilà qu'un différent des plus graves s'élève entre Hæckel et lui sur la question de savoir si l'homme descend d'un ancêtre des sapajous ou des anthropomorphes. Vogt fait remarquer, en s'appuyant sur l'anatomie et l'embryologie comparée, que le développement du crâne du chimpanzé et de l'enfant accuse des lignes de plus en plus différentes depuis la naissance. L'étude des hommes *microcéphales* qui conservent les caractères transitoires du fœtus humain (cervelet non recouvert par les lobes postérieurs, scissure de Sylvius ouverte, cerveau lisse) nous ramène, suivant Vogt, vers la souche d'où le genre humain est sorti. Le cerveau resté dans un état correspondant à une phase normalement passagère doit représenter nécessairement aussi une phase permanente dans la série parente et ancestrale. Or cet état correspond à un degré très inférieur à celui que les primates occupent dans l'échelle des vertébrés.

La vérité est que *l'entrecroisement des caractères*, d'où il résulte, par exemple, que le gorille, qui se rapproche le plus de l'homme par ses membres, s'en éloigne par la conformation du crâne et du cerveau, que le chimpanzé qui s'en rapproche par le crâne et les dents, l'orang par la forme de son cerveau, s'en éloignent par les membres, etc., empêchera toujours les zoologistes et les anatomistes de s'entendre sur un point quelconque de la généalogie animale du genre humain. Chaque fois que l'on croit avoir découvert un chaînon intermédiaire entre deux espèces, deux familles ou deux classes, par le fait de certaines analogies, on s'aperçoit, après coup, que des caractères essentiels qui font défaut se retrouvent chez des êtres inférieurs auxquels manquent les autres analogies de structure. Ainsi Huxley et Gegenbauer attribuent aux oiseaux une souche absolu-

ment différente. Vogt est en désaccord avec Hæckel sur la nature de presque toutes les formes transitoires entre les classes des vertébrés. L'anatomiste Semper a montré que les annélides présentent des caractères embryologiques qui les rapprochent davantage des vertébrés que les tuniciers et le célèbre amphioxus, parce qu'ils possèdent des organes segmentaires, une tête et un cerveau qui font absolument défaut dans les larves de ceux-ci. Vogt en conclut que, dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons relier entre eux, quoi qu'en pense Hæckel, les vertébrés, l'amphioxus et les ascidies. S'il en est ainsi, nous sommes en droit de tirer les mêmes conclusions pour la plupart des transitions vivantes ou éteintes invoquées par les transformistes ; car les mêmes *desiderata*, c'est-à-dire les mêmes divergences et les mêmes entrecroisements de caractères, se reproduisent à tous les degrés de l'échelle des êtres. M. Broca, l'anthropologiste, a développé cette objection d'une façon fort judicieuse dans une étude sur le darwinisme publiée en 1870 dans la *Revue des cours scientifiques de France*. Hæckel a répondu, par un ouvrage tout récent intitulé *Les preuves du transformisme*, aux attaques dont il a été l'objet ; mais il évite de toucher aux objections capitales que lui oppose Karl Vogt, et se contente de prendre Virchow et du Bois-Reymond à partie. Le ton de ce livre est digne du professeur d'Iéna. Il y traite ses contradicteurs d'ignorants, les accusant d'être restés complètement étrangers aux progrès de la morphologie. Il invoque le témoignage d'Oscar Schmidt qui condamne néanmoins son hypothèse de *l'âme de la plastidule*, hypothèse développée dernièrement sous le titre prétentieux de *psychologie cellulaire*. Enfin il s'attache à prouver, en revenant sommairement sur les hypothèses de ses premiers livres, que l'heure a sonné où les dogmes du transformisme et de la génération spontanée sont appelés à remplacer dans l'école les dogmes de la création et du péché originel. Cette déclaration a du moins, à défaut d'autre mérite, celui d'être

claire et catégorique. La substitution de l'*hypothèse scientifique* à la *vérité religieuse*, de la morale de l'égoïsme à la morale du Christ, de la politique de la force à la politique du droit, voilà ce que réclament d'une façon plus ou moins *inconsciente*, les savants d'outre-Rhin. C'est de là que procèdent leur politique et le socialisme.

De toutes ces recherches et théories qui se contredisent, de ces philosophies naturalistes qui n'engendrent que le doute et le désespoir et qui tendent à ramener sur la terre le règne de la *bête* terrassée par le christianisme, il ressort, ce nous semble, un grand enseignement : C'est l'impuissance de la pseudo-*Révélation naturelle* à diriger l'homme vers sa fin, même dans l'ordre purement temporel, puisqu'elle supprime la condition première de l'harmonie et du progrès social, la base de nos lois et de toutes les relations publiques et privées qui caractérisent la civilisation : la conscience.

A. Proost,
Professeur à l'Université catholique de Louvain.

LE CRÉDIT AGRICOLE

EN FRANCE.

Qu'est-ce que le crédit ? C'est la réputation de solvabilité. Un agriculteur, un commerçant, qui ont du crédit, sont des gens qui ont une bonne réputation de solvabilité, des gens qui font de bonnes affaires, ou que l'on croit tels. Si le crédit diminue, c'est que leurs opérations sont moins bonnes, on craint qu'ils n'en fassent de mauvaises.

Or, tout crédit suppose une avance de fonds et se résout en somme à un emprunt ; a-t-on du crédit, on fait cet emprunt à de bonnes conditions, à longue échéance ; le crédit vient-il à diminuer, les échéances se raccourcissent, le taux de l'intérêt augmente. Dire qu'on veut relever le crédit agricole, c'est dire que la réputation de solvabilité de l'agriculture est diminuée, que l'agriculture fait de mauvaises affaires. Ce dernier point est généralement admis ; pas par tout le monde, cependant.

Au milieu des innombrables discussions soulevées par la crise actuelle, deux manières de voir fort différentes se dessinent nettement. Tandis que les écrivains qui s'occupent du relèvement du crédit agricole considèrent la masse des agri-

culteurs comme des travailleurs besogneux, les écrivains libre-échangistes, au contraire, ne veulent voir en France que de riches propriétaires fonciers et des fermiers cultivant de grandes fermes. Ce système de division entre les classes de la société n'est pas nouveau, il a été rarement exploité d'une manière plus générale et plus fâcheuse que depuis un siècle, en France. Sans remonter au passé, et pour nous borner au présent, on ne veut plus voir que prolétaires et capitalistes, producteurs et consommateurs, agriculteurs et commerçants ; à l'aide de ces divisions arbitraires, basées plutôt sur les apparences que sur les faits, et qui deviennent absolument fausses, lorsque, comme aujourd'hui, on veut les pousser à leurs dernières limites, on réalise en permanence une sorte d'état de guerre civile des intérêts, qui nuit à tout le monde et ne profite qu'aux étrangers, car toute nation divisée devient la proie de ses voisins.

Pour se rendre compte de la valeur de ces théories générales, il faut étudier les faits. Constatons d'abord que six millions de propriétaires, ou plus exactement, cinq millions de familles possèdent et cultivent le sol français ; le revenu net de la terre étant estimé à cinq milliards, c'est environ à mille francs par famille ou deux cents francs par tête qu'il faut estimer le revenu net moyen des propriétaires ruraux ; mais, que l'on retranche, comme on doit le faire, de ces cinq milliards les revenus de la grande propriété, on ne trouvera plus, pour les dix-neuf vingtièmes des agriculteurs, qu'une somme absolument insignifiante pour les faire vivre, si, par le fait même de l'existence de cette grande propriété, ils ne trouvaient un travail lucratif qui leur permet de gagner leur vie.

Que si l'on tient absolument à considérer le commerçant, l'industriel, le militaire, l'ingénieur, le magistrat et enfin toutes les personnes qui, propriétaires de biens fonciers, ne sont pas cultivateurs, comme des consommateurs ne produisant rien, on ne peut nier pourtant que les dix-neuf vingtièmes des propriétaires agriculteurs ne soient à

la fois producteurs par leur travail, et consommateurs puisqu'ils mangent et s'habillent, prolétaires puisqu'ils vivent de leurs bras, et capitalistes puisqu'ils sont propriétaires. Vouloir opposer, dans ces conditions, l'intérêt du producteur à celui du consommateur, c'est vouloir opposer la main droite d'un homme à sa main gauche, c'est renouveler la fable des membres et de l'estomac.

Or, ayant constaté les faits tels qu'ils sont, revenons au crédit agricole. Il devient évident que, pour ces dix-neuf vingtièmes de propriétaires ruraux, le crédit se résout dans une question de travail. Si l'ouvrier rural, propriétaire de sa maison et de son jardin, trouve à faire de bonnes journées, il a du crédit ; il a mieux, il a du capital, car on le paie à la journée ou à la semaine. Mais pour peu que l'ouvrier rural ait du travail, il faut que le propriétaire ou le fermier exploitant des propriétés assez grandes pour ne pouvoir les cultiver seul, puisse fournir du travail à l'ouvrier. Pour cela, il faut, et il est nécessaire, que propriétaires et fermiers trouvent un bénéfice raisonnable à faire travailler; s'ils ne rentrent pas dans leurs frais, s'ils sont en perte, le plus vulgaire bon sens, la nécessité les obligent à diminuer leurs dépenses, à ne plus faire travailler.

Ce qui précède prouve, pour quiconque veut se donner la peine de raisonner froidement, que tout ce qui diminue les bénéfices du gros propriétaire ou du fermier, diminue d'autant les bénéfices de l'ouvrier rural, avec cette différence énorme cependant, que, si le gros propriétaire ou le gros fermier voient diminuer leur aisance, l'ouvrier rural voit diminuer son nécessaire. Ce qui enrichit le propriétaire enrichit l'ouvrier, dont le salaire augmente par l'abondance du travail ; ce qui diminue les revenus du propriétaire ruine l'ouvrier, dont le salaire diminue ou qui ne trouve plus de travail.

L'examen des faits démontre l'identité et la solidarité des intérêts de l'ouvrier agricole et du grand propriétaire ; il démontre *à fortiori* la même communauté dans la classe

agricole moyenne : relativement riche, elle est atteinte dans son aisance ; relativement pauvre, elle tombe dans la misère et disparaît. Mais il ne suffit pas de démontrer que la division arbitraire de la population rurale en producteurs et consommateurs est fausse et contre nature, il faut encore démontrer la communauté des intérêts de la culture avec ceux du pays tout entier. On peut bien, à certains points de vue spéciaux, et cela peut être utile dans des circonstances données, distinguer les intérêts agricoles de ceux du commerce et de l'industrie ; mais il faut, pour comprendre les choses et les voir dans leur ensemble, s'élever plus haut et les regarder par leurs différents côtés. Or, il est un fait certain et connu de tous, c'est que, par suite de la création des compagnies industrielles par actions, et des innombrables obligations que ces compagnies ont émises pour des sommes s'élevant à des milliards de francs, la diffusion des intérêts industriels a pris des proportions inconnues autrefois.

On peut dire aujourd'hui, en France, que non seulement tous les gros propriétaires ont une partie considérable de leur fortune dans l'industrie, ayant leurs portefeuilles remplis d'actions et d'obligations, mais qu'une partie de plus en plus nombreuse de petits propriétaires et de petits fermiers ont pris l'habitude de placer leurs économies en valeurs industrielles ; il n'y a peut-être pas de village en France, où ces placements soient inconnus ; il y en a une multitude où ils s'élèvent à de grosses sommes.

Il résulte de ce fait, que les propriétaires du sol sont en même temps propriétaires d'une partie importante, sinon la plus importante du capital industriel. Cet état de choses ne vient pas seulement ajouter un argument nouveau à ceux, aussi anciens qu'incontestables, qui montrent l'agriculture comme étant la base et la nourrice de toutes les autres industries, en même temps qu'elle en constitue le champ d'exploitation le plus assuré et le plus rémunérateur ; cet état de choses constate encore que les progrès

incontestables réalisés par le commerce et l'industrie, de nos jours, bien loin d'avoir divisé les intérêts spéciaux dans chaque nation, comme on le prétend aujourd'hui, les ont au contraire resserrés davantage et rendus de plus en plus solidaires. Ce ne sont plus seulement, comme autrefois, les commerçants qui ont des campagnes et des terres, les industriels qui ont des mines et des forêts, ce sont aujourd'hui les cultivateurs qui ont des intérêts industriels et commerciaux sous forme d'actions et d'obligations.

Il est donc plus évident que jamais, que toutes les classes et tous les métiers n'ont qu'un seul et même intérêt général; que, si l'agriculture souffre, les chemins de fer, les industriels souffriront ; car enfin, ces vingt ou vingt-cinq millions d'agriculteurs ne vivent pas que de pain et de viande, il leur faut des outils, des habits, des meubles et le reste. Si ces agriculteurs se ruinent, si la terre reste en friche, si l'ouvrier des campagnes émigre, c'est le marché national qui disparaît pour le commerce et l'industrie. Or, si le commerce d'exportation envoie pour des centaines de millions de marchandises hors de France, son marché le plus lucratif et le plus assuré, c'est celui du pays lui-même, et ce marché lui rapporte plus de millards peut-être que celui d'exportation ne lui rend de millions (1).

N'en avons-nous pas la preuve aujourd'hui ? la crise agricole s'aggravant, la crise commerciale en fait autant.

Si la crise agricole venait à empirer encore, il ne faudrait pas s'étonner de voir la crise industrielle et commerciale suivre la même pente, et les actions et les obligations baisser dans des proportions considérables par suite des ventes innombrables de titres conservés en portefeuille comme dernières réserves ; ce que nos pères appelaient la poire pour la soif. La diminution du capital agricole causerait la diminution du capital industriel, et la question du

(1) M. Pouyer-Quertier disait à Lille : « Le département du Nord consomme à lui seul deux fois autant de vin de Bordeaux que toute l'Angleterre. »

crédit agricole deviendrait une question de crédit national.

Nous n'en sommes pas encore là, mais nous y allons.

On peut se réjouir, à un certain point de vue, de l'énorme diffusion des intérêts industriels dans la nation. Cependant il y a là une symptôme grave qui demande à être examiné de près. Tous les gros propriétaires et une multitude de petits propriétaires et de petits fermiers ont une partie de leur capital dans l'industrie ; d'où vient ce capital ? de l'agriculture, il ne peut venir que de là. Ces propriétaires ont donc trouvé plus d'avantages à placer leurs fonds dans l'industrie qu'à les rendre à la terre pour l'améliorer.

L'amour du paysan français pour sa terre est proverbial; pour que ce paysan délaisse le champ qu'il arrose de ses sueurs et change son argent contre du papier, il faut qu'il y ait trouvé un grand avantage, un avantage aussi évident que considérable ; ce n'est pas seulement une véritable révolution économique, c'est une révolution dans ses mœurs et dans ses idées. L'agriculture serait donc devenue une mauvaise affaire ; qui pourrait en douter ?

Les recensements accusent, depuis une vingtaine d'années, une émigration presque constante de la campagne vers la ville. En moyenne, tous les ans, les campagnes perdent deux cent mille ouvriers qui vont grossir la population des villes. Il n'en saurait être autrement, l'ouvrier suit le travail et le travail suit le capital.

L'industrie agricole voit diminuer son capital et ses ouvriers, c'est qu'elle fait de mauvaises affaires. On prétend que les fermages ont augmenté ; oui, dans certains pays, pas dans tous ; dans quelques-uns ils ont diminué. L'ensemble des fermages en France représente de deux à trois pour cent d'intérêts du capital de la terre; qu'est-ce que cela à côté des dividendes industriels et commerciaux ordinaires ? En général, là où l'ouvrier rural gagne un franc, l'ouvrier industriel en gagne trois, et la proportion est la même dans les bénéfices du capital qui le nourrit ;

sans cela la ruine arriverait immédiatement. L'agriculture est donc devenue un petit métier et une mauvaise affaire ; pourquoi cela ?

Le siècle dernier vit éclore une multitude de théoriciens, qui, rejetant l'expérience du passé et voulant détruire la religion chrétienne, trouvée trop gênante, travaillèrent à renouveler toutes choses, sur un plan nouveau. Partant de principes faux, énergiquement affirmés, et qu'ils firent accepter d'abord par d'habiles plaidoyers revêtus des apparences de la science, mais dont la force principale se trouvait dans les tendances les plus puissantes et les plus mauvaises du cœur humain, ils réussirent à opérer, au nom de la liberté, le grand bouleversement qui a reçu le nom de révolution française. L'application de leurs faux principes ayant amené la mort de près de deux millions de Français et une banqueroute de quarante milliards ; une réaction, lente d'abord, produisit l'Empire qui était le rétablissement de l'ordre matériel ; puis la Restauration, qui aurait dû être le rétablissement de l'ordre moral. Cette réaction, trop incomplète pour être durable, fut interrompue par la révolution de 1830, qui rendit aux idées révolutionnaires le gouvernement de la France, et depuis cette époque deux courants en sens inverse n'ont cessé de se manifester dans la nation. Le courant révolutionnaire, retournant de plus en plus aux idées césariennes et communistes qui ont perdu l'empire romain, a été généralement maître du pouvoir et a mené la France à l'état social, politique et économique où nous la voyons ; le courant religieux, revenant à l'étude du passé chrétien qu'il avait trop abandonnée pour celle du passé païen, s'est épuré, fortifié, agrandi et vient de reconquérir, par la liberté des universités, tout le terrain qu'il avait perdu depuis la révolution, au point de vue de l'éducation nationale.

Remonter aussi loin à propos du crédit agricole peut paraître inutile, mais il faut reconnaître que les théories émises dans un livre, quelque célèbre qu'il soit, mettent

longtemps à se répandre, plus longtemps encore à passer dans la pratique ; enfin, lorsqu'elles ont fait changer les lois d'un pays, ce n'est souvent qu'après plusieurs générations qu'on peut constater leur résultat. L'effet suit toujours la cause ; il ne saurait la précéder, mais il la suit de plus ou moins loin. Il est difficile de nier que les théories économiques actuelles, sur la liberté presque illimitée du commerce et de l'industrie, sur le libre-échange, sur la division forcée des héritages, ne soient la conséquence logique et naturelle des utopies qui faisaient supprimer d'un trait de plume par Louis XVI les antiques corporations ouvrières. Si plusieurs de ces théories sont entrées dans la pratique, depuis longtemps, dans une certaine mesure, ce n'est réellement que depuis 1860 que les plus larges d'entre elles, le libre-échange par exemple, ont pu commencer leur œuvre, et ce n'est que depuis peu d'années que le commerce, assuré sur leurs résultats, a pu les exploiter dans de vastes proportions. Ce serait une grave erreur de croire que nous assistons à un accident fortuit qui ne se renouvellera pas ; les effets de ces théories ont été prévus et annoncés depuis longtemps, ils iront toujours en augmentant, si l'on n'y met obstacle en changeant radicalement de système.

La première de ces erreurs économiques est celle de la liberté presque absolue du travail et du commerce ; elle se présente appuyée sur cette autre erreur économique, qui fait voir la vie à bon marché comme un objectif de bien-être absolu, et une cause de prospérité matérielle pour le peuple.

La liberté économique, comme toutes les autres libertés, est un système à double entente, faux et odieux s'il est absolu, comme ne le comprennent que trop de gens, car on ne peut permettre la liberté du commerce des poisons et la liberté des travaux nuisibles et malfaisants ; relativement bon et utile, si, la comparant à un système de contrainte légale qui peut être exagéré ou mal entendu, on entend par liberté économique un système d'autant plus

dégagé des entraves légales qu'il serait plus soumis à cette contrainte morale qui fait de l'homme un être raisonnable et l'ouvrier de Dieu sur la terre. La liberté humaine suppose la raison, et la raison n'est autre chose qu'une contrainte morale ; sans contrainte morale pas de raison, sans raison pas de liberté ; on enferme les fous. Or l'expérience n'a que trop prouvé que, pris entre sa conscience, sa raison et son intérêt matériel immédiat, l'homme cédait trop souvent à la cupidité la plus coupable ; témoin les Anglais vendant des fusils aux sauvages en guerre avec l'Angleterre et s'enrichissant par là avec de l'or couvert du sang de leurs frères ; témoin les Américains empoisonnant les indigènes avec de l'eau-de-vie. La liberté économique n'est donc bonne que dans des limites étroites et variables ; entendue dans un sens absolu, c'est une erreur homicide.

Mais elle se présente comme la cause de la vie à bon marché, erreur séduisante, mais erreur aussi. « Qu'on ne croie pas, disait Quesnay, que le bon marché des denrées est profitable au menu peuple ; car le bas prix des denrées fait baisser le salaire des gens du peuple, diminue leur aisance, procure moins de travail et d'occupations lucratives et anéantit le revenu de la nation. » Et réciproquement : « Qu'on ne diminue pas l'aisance des dernières classes de citoyens, car elles ne pourraient pas contribuer à la consommation des denrées. » Ce que disait Quesnay, il y a un siècle, a été découvert dernièrement par les économistes allemands ; ils ont formulé une loi économique qu'ils appellent la loi de fer. D'après cette loi, le résultat naturel de la loi de l'offre et de la demande est de maintenir le taux du salaire de l'ouvrier dans une connexion étroite avec le prix des denrées dont il a besoin pour vivre ; les déductions qu'ils en tirent justifient le joli nom qu'ils lui ont donné. Pour eux, l'ouvrier doit se multiplier ou disparaître selon les fluctuations de l'offre et de la demande, et c'est ainsi qu'au fond de toutes les théories révolutionnaires on trouve toujours l'esprit de celui qui fut homicide dès le commencement.

Mais, sans aller plus loin dans les théories, il est évident que la vie à bon marché n'est qu'une chose relative ; l'ouvrier aimera toujours mieux payer son pain quotidien quarante centimes, en gagnant quatre francs par jour, que trente centimes en gagnant deux francs, ou même vingt centimes s'il ne peut les gagner. N'avons-nous pas vu, en 1848, en l'absence de toute invasion étrangère, en pleine abondance de toutes les récoltes, une misère comme jamais famine n'en a produit dans ce siècle ?

Ne voyons-nous pas tous les ans deux cent mille ouvriers quitter la campagne, où la vie est à bon marché, pour aller dans les villes où la vie est chère mais où le travail est mieux payé. Cette vie à bon marché est-elle nécessairement le résultat de la liberté commerciale et industrielle ?

En voici deux exemples pris sur le commerce des deux choses les plus nécessaires à la vie : le pain et la viande.

La prime de cuisson octroyée à la boulangerie avant 1860 était de 10 à 12 francs 50 centimes par sac, et lui suffisait. Aujourd'hui cette prime de cuisson varie de 22 à 25 francs, et le boulanger a des bénéfices insuffisants. Le prix moyen du sac de farine, cent cinquante-sept kilogrammes faisant cent pains de deux kilogrammes, était de 55 francs avant 1860 ; aujourd'hui, il est de 61 fr. 25. Ainsi la liberté de la boulangerie n'a pas enrichi les boulangers, et le peuple paie, par suite de cette liberté, le pain cinq centimes plus cher, à proportion du prix du blé, qu'autrefois. Voilà donc une liberté commerciale qui devait amener la vie à bon marché et qui, au contraire, en a augmenté le prix.

Voyons maintenant pour la boucherie.

La liberté du commerce de la boucherie, au lieu de donner des prix plus bas, les a surélevés. Certains arrondissements de Paris, dont le service serait largement assuré par cinquante boucheries, en comptent jusqu'à deux cents ; il en résulte que les frais généraux sont augmentés des trois quarts ; il faut alors payer quatre patentes pour une,

quatre loyers pour un, quatre fois plus de frais de personnel et d'entretien de famille ; pour couvrir leurs frais, les bouchers sont obligés de vendre la viande vingt à quarante centimes de plus par kilogramme. Qu'un étalier achète à la vente à la criée un aloyau au prix moyen de 2 fr. 75 le kilogramme, il faut qu'il le revende, pour couvrir ses frais généraux 3 fr. 75 à 4 francs. Ces faits sont connus, ces chiffres ont déjà été publiés plusieurs fois.

La liberté du commerce de la boucherie et de la boulangerie a amené le renchérissement de la vie, sans profit pour personne, mais, au contraire, avec une perte pour tout le monde; et pourtant nous ne sachions pas que les partisans de la vie à bon marché aient demandé, devant cette expérience concluante, le retour à l'ancien régime de la boucherie et de la boulangerie.

On peut considérer comme démontré :

1° Que la liberté commerciale absolue est une erreur économique, une utopie ;

2° Que la vie à bon marché n'est ni le produit de la liberté commerciale, ni le signe certain d'une bonne situation économique, car elle peut coïncider avec la plus grande misère ;

3° Que les essais qui ont été faits jusqu'ici en faveur de ces deux théories ont donné précisément le contraire de ce qu'on attendait.

On comprendra que ces questions sont de la plus haute importance pour le crédit agricole ; rien ne peut toucher de plus près à l'agriculture, que le commerce du pain et de la viande, qui sont ses deux principales productions.

Après avoir démontré la communauté des intérêts de l'ouvrier et des propriétaires agricoles, et la communauté de leurs intérêts avec ceux de toute la nation ; nous avons expliqué la crise actuelle par l'application de quelques erreurs économiques révolutionnaires : la liberté absolue du commerce et la vie à bon marché considérée comme

criterium d'une prospérité générale ; ces deux erreurs économiques en ont amené une troisième, le libre-échange.

Entendu dans son sens raisonnable, le libre-échange existe plus ou moins, dans l'intérieur de chaque nation.

En France, par exemple, le Midi envoie librement ses vins au Nord, qui lui renvoie ses blés. Dans ces conditions, il n'y a que des avantages à ce que chaque partie du pays produise seulement les choses qui lui rapportent le plus, et tire, par le commerce intérieur, le reste des denrées nécessaires à son existence, des parties du sol national où on peut les produire avec le plus d'avantage. Mais c'est là ce qu'on appelle proprement la liberté commerciale ; les libre-échangistes vont plus loin, ils veulent traiter toutes les nations de la terre comme si elles ne faisaient qu'un seul peuple, vivant sous les mêmes lois, et ayant la certitude morale de n'être jamais en guerre. Certes, s'il en était ainsi, le libre-échange pourrait avoir sa raison d'être. Mais quand on voit toutes les nations, armées jusqu'aux dents, dépenser le plus clair de leurs revenus à fondre des canons énormes, à construire des vaisseaux cuirassés, à augmenter leur armement de tout genre, on ne peut guère croire que la paix universelle soit prochaine, et force est bien de la reléguer dans les futurs contingents.

Or, tant que la paix universelle ne sera pas autre chose qu'un rêve, il en devra être de même des théories libre-échangistes.

Ce serait, en effet, une grande folie, pour une nation, de s'exposer à faire dépendre sa subsistance de la bonne volonté d'une autre nation qui peut être en guerre avec elle demain et l'affamer du premier coup. La France tout entière se trouverait alors dans la position de Paris assiégé, obligé de se rendre à discrétion faute de pain. Les gens qui soutiennent de pareilles théories demandent l'asservissement du pays, et sont, à leur insu, coupables de haute trahison. Ils ont beau soutenir, en effet, que, contrairement à ce que prouve l'invasion du blé étranger, ce blé coûte

aussi cher à faire venir en Amérique ou en Russie qu'en France; on peut toujours supposer des circonstances telles qu'il y revienne, comme d'autres le montrent aujourd'hui, à trois fois meilleur marché; le libre-échange étant maintenu, il faudrait complètement renoncer à la culture du blé en France, et, à la première guerre atteignant la Russie et l'Amérique, la nation se trouverait absolument sans pain et plongée dans la plus horrible famine.

Le libre-échange est donc aussi, lui, une utopie dangereuse et homicide.

Après avoir démontré la fausseté et les dangers des trois principes économiques révolutionnaires, il faut encore voir comment on les a appliqués, afin de faire toucher du doigt, combien ils ont été désastreux pour la France, et spécialement pour l'agriculture.

La liberté commerciale, la vie à bon marché demandaient avant toute chose la destruction des octrois, qui font renchérir la vie dans les villes, et lèvent, à la fois, un impôt considérable sur le producteur à la campagne et le consommateur à la ville: il n'y avait besoin d'aucun traité avec l'étranger. Or, de ce côté, rien n'a été fait; au contraire, on a augmenté généralement les taxes ainsi prélevées. On a fait de même pour les impôts sur la petite vitesse, de même pour les impôts qui pèsent sur l'agriculture; le contraire, cependant, aurait amené la vie à bon marché par le dégrèvement des productions nationales.

Mais le libre-échange est venu porter le dernier coup, et montrer ce que sont les révolutionnaires. On comprend, à la rigueur, que des hommes soient séduits par une théorie fausse, mais attrayante; on comprend que ces hommes cherchent à l'appliquer, croyant bien faire; mais n'est-on pas criminel ou insensé lorsque, dans l'application d'une théorie, on stipule tous les avantages pour les étrangers, et toutes les charges pour son pays, sacrifiant ainsi la fortune, et même l'indépendance de la patrie? L'on peut avec bonne foi soutenir la théorie du libre-échange,

mais cette bonne foi est-elle admissible, lorsqu'on stipule que la France recevra en franchise, ou à peu près, tous les produits étrangers, mais que les produits français continueront à être grevés de droits énormes en pays étrangers? Ce n'est pas là du libre-échange, car le libre-échange suppose la réciprocité ; c'est comme on l'a fort bien dit, du dupe-échange. Or duper sa patrie ressemble bien à la trahison. Même en admettant que le libre-échange fût possible, encore faudrait-il, pour qu'il fût appliqué d'une manière juste et équitable, que des droits équivalents à ceux qui grèvent les industries nationales, sous forme d'impôts, fussent perçus à l'entrée sur la marchandise étrangère. Sur ce point encore, nous trouvons nos économistes en défaut ; on a suivi une échelle diamétralement opposée, maintenant pour l'étranger des droits relativement considérables sur les productions les moins imposées en France et abaissant presque à leur dernière limite les droits sur les productions surchargées par l'impôt. Qu'on en juge par ce tableau publié par le *Journal des Débats*, journal libre-échangiste.

« D'après le budget de 1876, les charges afférentes à la propriété agricole, c'est-à-dire la part qu'elle paie de la contribution directe, personnelle, mobilière, enregistrement, mutations, contributions indirectes et le reste, se monte à . . . . . 2 349 752 000 fr.
sur un revenu réel évalué à . . . 5 085 750 000 fr.

» Charges afférentes à la propriété urbaine, calculées de même . . . 564 833 875 fr.
sur un revenu réel évalué à . . . 5 000 000 000 fr.

» Charges de la propriété mobilière, calculées de même . . . . . 578 353 759 fr.
sur un revenu réel évalué à . . . 14 000 000 000 fr.

» Sur un revenu agricole d'un peu plus de cinq milliards, le fisc prélève 44 1/2 pour cent.

» Sur le revenu de la propriété urbaine, de cinq milliards, le fisc prélève 11 1/4 pour cent.

» Sur le revenu de la propriété mobilière évalué à 14 milliards, le fisc prélève 4 pour cent. »

Or les traités de commerce accordent, comme droits protecteurs, de 20 à 30 pour cent à l'industrie, imposée en France de 4 à 11 pour cent, et à l'agriculture, imposée de 44 1/2 pour cent, des droits protecteurs de 1 à 3 pour cent, quand ce n'est pas la franchise absolue.

Comment veut-on qu'avec un ensemble pareil d'impôts et de traités de commerce, l'agriculture puisse résister ; on aurait juré de la détruire qu'on n'aurait pas pu s'y prendre autrement. Pareil système ne blesse pas seulement la justice et l'équité, il mène le pays à sa ruine, il crée un privilège pour l'étranger, il constitue les agriculteurs dans un véritable état d'oppression, on pourrait presque dire d'esclavage.

Veut-on savoir dans quelles proportions le commerce étranger contribue aux charges nationales, en France, et dans les pays qui nous entourent ? Voici des chiffres tirés de l'Almanach de Gotha pour 1879. Ces chiffres indiquent les budgets de 1878-79. On doit remarquer que, pour la France, on ne compte ni les octrois, ni les centimes additionnels des communes, qui doublent souvent l'impôt foncier.

		Rapport
France, produit des douanes . . .	261 524 000 fr.	12,4
Recettes totales. .	3 243 077 868 fr.	(le douzième)
Angleterre, produit des douanes . .	19 969 000 l.st.	5,5
Recettes totales. .	111 146 129 l.st.	(le cinquième 1/2)
Allemagne, produit des douanes . .	106 570 470 marcs	5,05
Recettes totales. .	536 496 800 marcs	(le cinquième)
Amérique, produit des douanes . .	133 000 000 dol.	2,02
Recettes totales. .	269 250 000 dol.	(la moitié)

Ainsi le commerce étranger ne paie qu'un douzième de nos charges, mais, par contre, les Américains ont le talent de faire payer la moitié des leurs par les autres nations, et nous en payons notre bonne part. L'Allemagne, bien plus protégée que la France, puisque le produit de ses douanes fait le cinquième de son revenu, voit son agriculture écrasée par l'Amérique ; elle relève ses tarifs, et l'on ne veut pas les relever en France ?

Il ne paraît pas nécessaire de rechercher plus longtemps pourquoi la réputation de solvabilité de l'agriculture a diminué chez nous. Écrasé par les impôts, écrasé par la concurrence étrangère, le capital agricole fuit la terre, la population agricole émigre dans les villes, et ce mouvement ira nécessairement en augmentant tant qu'on suivra les mêmes errements. On peut ici répéter ces paroles d'un homme trop célèbre, sur le même sujet : « Si mes efforts restent vains, il faudra que l'agriculture allemande vide le calice jusqu'à la lie, et elle marchera lentement, mais sûrement à sa ruine. Les classes moyennes de la campagne disparaîtront, les riches capitalistes achèteront à bas prix des *latifundia*, ils convertiront les champs en pâturages ; le paysan redeviendra ce qu'il était il y a deux mille ans, berger ; une partie émigrera, le reste se fera socialiste, et la révolution sociale éclatera pour aboutir au césarisme. » Avec un pareil avenir devant elle, l'agriculture a naturellement perdu toute réputation de solvabilité.

On a suggéré divers moyens pour relever le crédit agricole.

Le premier moyen, proposé par un lauréat des comices agricoles, consiste en de larges subventions du gouvernement.

Le second moyen, proposé par un banquier, serait l'assimilation de l'agriculture et du commerce au point de vue légal, et dans la participation par ce fait de l'agriculture aux privilèges du commerce.

Le troisième moyen, tenté autrefois par le gouvernement et dont il a été de nouveau question en ces temps-ci, n'est autre que la création de nouveaux établissements de crédit foncier et agricole.

Le quatrième moyen, demandé timidement, du moins quant à ses chiffres, par l'immense majorité des comices agricoles de France, est l'augmentation des taxes des douanes sur les produits agricoles étrangers, coïncidant avec des dégrèvements proportionnels sur les sucres et les vins.

Le premier moyen demandé par un lauréat des comices agricoles, soulève plusieurs objections.

1° Si une subvention de trois cent millions est offerte aux agriculteurs besogneux, qui fournira cette subvention?

L'agriculture, au moins pour les deux tiers de la somme, puisqu'elle contribue pour les deux tiers dans les charges totales du pays ; ce serait donc prendre d'une main ce que l'on donnerait de l'autre.

2° Ce n'est pas parce que les agriculteurs manquent de capitaux qu'ils font de mauvaises affaires. C'est parce qu'en l'état actuel des choses la terre ne rend plus au capital un intérêt suffisant, que les agriculteurs mettent leurs capitaux dans l'industrie. Cette large subvention serait donc purement et simplement de l'argent perdu.

3° L'histoire prouve par l'expérience l'inutilité de pareils efforts. Dans une conférence récente faite à la Sorbonne, M. Ernest Desjardins, expliquant les textes d'une table de bronze découverte près de Bénévent, raconte que les empereurs Nerva et Trajan prêtaient dans le Placentin et le Bénéventin des sommes importantes aux petits propriétaires pour leur permettre d'améliorer leurs terres. Ces sommes prêtées à 2 1/2 ou 5 pour cent, alors que l'intérêt légal était à 12 pour cent, étaient données dans des conditions très avantageuses; le revenu en était affecté aux enfants pauvres des cités italiennes. Voilà bien le type des subventions de l'État à l'agriculture; mais si Trajan prêtait à un

taux modéré aux petits propriétaires, c'est que ces petits propriétaires étaient pauvres, incapables de continuer leurs cultures sans secours, et l'histoire nous apprend que l'habitude des empereurs romains de faire venir de l'Afrique et de la Sardaigne tous les blés nécessaires à la subsistance de Rome, avait ruiné la petite culture italienne et dépeuplé l'Italie. L'histoire nous apprend encore que, malgré les subventions impériales, l'agriculture continua de péricliter en Italie, et que ces riches campagnes étaient à demi désertes quand les barbares vinrent s'en emparer. Donc le remède n'est pas là.

Le second moyen proposé par un banquier serait dans l'assimilation des agriculteurs aux commerçants ; le fermier paierait patente, on trouve qu'il ne paie pas assez ; il serait astreint à tenir des livres ; on a de la peine à l'obtenir des petits commerçants, comment l'obtiendrait-on de la petite culture alors qu'on est si souvent exposé à trouver dans les campagnes des maires et des conseillers municipaux ne sachant ni lire ni écrire ? Au lieu de la déconfiture on lui propose la banqueroute et la faillite, il aurait les avantages et les inconvénients de la juridiction commerciale, tout cela pour que son papier soit reçu à la Banque de France. Ce serait en vérité se donner bien du mal pour l'amener à se ruiner plus vite et pour donner à sa ruine des conséquences plus fâcheuses ; ruiné pour ruiné, mieux vaut la déconfiture que la banqueroute !

Le troisième moyen consiste dans l'établissement de banques agricoles spéciales ; on sait ce qu'est devenu le Crédit foncier fondé sous l'empire ; quels services il n'a pas rendus à l'agriculture et ce que sont devenus tous les établissements de ce genre. Si, comme nous l'avons démontré plus haut, les propriétaires qui ont gagné de l'argent dans l'agriculture n'y trouvent plus de profit et retirent leurs capitaux de leurs terres, ils n'iront pas emprunter à intérêt un capital qu'ils ont chez eux pour le risquer dans des opérations qu'ils ne considèrent plus comme

bonnes; et quant aux propriétaires qui cultivent à perte, on ne leur offre qu'un moyen d'accélerer leur ruine.

Le quatrième moyen demandé par l'immense majorité des comices agricoles est le seul pratique, pourvu qu'il soit largement et sérieusement appliqué.

D'abord il a l'avantage d'émaner d'agriculteurs qui connaissent l'agriculture.

Des quatre fléaux principaux, car il y en a bien d'autres mais on ne peut tout dire, sous lesquels succombe l'agriculture, l'émigration du capital, l'émigration des ouvriers, les charges excessives de l'impôt, la concurrence due au libre-échange ; les deux premiers sont les conséquences naturelles et nécessaires des deux autres. Si, comme la justice le demande, l'agriculture ne supportait qu'une part des charges publiques proportionnelle à son revenu, si, comme la justice et l'intérêt national l'exigent, les produits agricoles n'entraient en France que grevés d'une taxe au moins égale aux charges imposées par l'État aux produits similaires français ; la marée du capital et des bras qui monte vers les villes, au grand détriment des intérêts moraux et matériels de la nation, redescendrait immédiatement vers les champs, et le pays, reprenant son équilibre naturel, redeviendrait calme comme une mer étale.

L'amour du clocher est trop vivace en France pour que le paysan quitte son village, s'il n'y était forcé par le manque d'ouvrage suffisamment rétribué ; le propriétaire préfèrera toujours placer ses capitaux sur sa terre que dans des spéculations éloignées, et il le fera comme autrefois, le jour où l'on cessera d'écraser l'agriculture d'une telle manière que le père de famille prudent soit obligé d'en retirer ses capitaux. Le jour où l'étranger paiera par les douanes la moitié des charges de la France, comme en Amérique ; le jour où l'agriculture, au lieu de payer des impôts dix fois plus élevés que l'industrie, sera déchargée d'impôts iniques, le sol de la patrie recouvrera toute sa réputation de solvabilité, la terre nourrira ceux qui la cultivent

et le crédit agricole rétabli ne sera plus une question menaçante pour le repos public.

Voilà la solution vraie, la solution juste, la solution féconde et pratique. Faites de bonne politique et vous aurez de bonnes finances, faites de la politique révolutionnaire et vous aboutirez à la banqueroute.

Il faut vivre dans un pays où l'on affiche l'égalité sur tous les murs comme un objet perdu, pour voir vingt et quelques millions d'agriculteurs payer 44 1/2 pour cent de leurs revenus en impôts, tandis que la propriété urbaine ne paie que 11 1/4 pour cent et la propriète mobilière que 4 pour cent. Il faut avoir fait croire bien des absurdités au pauvre peuple, il faut être bien sûr de son ignorance et de sa crédulité pour venir lui soutenir qu'en lui enlevant son travail et son gagne-pain, on lui donnera la vie à bon marché. Il faut avoir livré, comme on l'a fait, un pays catholique à la révolution cosmopolite, pour voir créer et maintenir des privilèges qui permettent aux étrangers de ruiner les nationaux.

Triste et lamentable punition d'une nation égarée qui n'a souvent répondu aux pardons et aux bienfaits de Dieu que par l'insulte et la guerre.

Heureusement Dieu a fait les nations guérissables, un mouvement de retour au vrai, mouvement qui va toujours en augmentant d'intensité dans les classes éclairées de la nation, a commencé depuis un siècle. Insensible d'abord, il était assez fort en 1848 pour obtenir la liberté de l'instruction religieuse; il a obtenu mieux encore, en ces dernières années, par les universités catholiques, et il semble qu'au moment où dans une dernière convulsion la révolution veut l'étouffer complètement, la divine Providence ait ménagé aux catholiques une source de resistance précieuse et puissante en mettant les intérêts matériels de leur côté.

Le développement et l'application logiques des principes révolutionnaires mènent l'agriculture et le commerce français à leur perte totale. On commence à voir l'abîme, et

l'instinct de la conservation fait reculer les plus fougueux. Ce ne sont plus aujourd'hui seulement les penseurs et les philosophes, comme M. Le Play, qui réagissent contre les préjugés révolutionnaires, le commerce et l'agriculture menacés dans leur existence demandent impérieusement le retour aux anciens principes. Inconscient peut-être encore et se bornant aux intérêts matériels qui le conduisent, ce mouvement des comices agricoles et des chambres de commerce, n'en est pas moins un retour vers le vrai et le juste, un appoint considérable à ceux qui travaillent au relèvement moral de la nation.

Viennent les temps marqués par la divine Providence, et la France revenant aux principes chrétiens qui ont fait sa gloire, sa puissance et sa prospérité dans les temps passés, après avoir montré au monde les lamentables effets de l'impiété déchaînée sur un peuple heureux, prouvera une fois de plus l'éternelle vérité de cette maxime des livres saints que, si le péché détruit les nations, la justice les relève.

Vicomte D'ANTHENAISE.

L'AVEUGLEMENT SCIENTIFIQUE

SEPTIÈME ARTICLE (1).

VIII. LES FORCES VOLONTAIRES, LES MOUVEMENTS MUSCULAIRES ET LES SENSATIONS.

Plusieurs habiles géomètres ont bien voulu nous écrire à propos de l'ingénieuse théorie de M. Boussinesq. Deux des plus distingués refusent finalement d'admettre notre thèse; mais nous aurions tort de trop nous en plaindre, car ils admettent au moins ce que notre argumentation a de plus neuf et de plus essentiel, et ils ont ainsi renforcé notre conviction, grâce à la haute autorité qu'ils ont acquise par leurs travaux mathématiques. Le lecteur, à qui nous pouvons heureusement, sans aucune indiscrétion, communiquer leur critique, verra si nous nous faisons illusion.

Rappelons en peu de mots cette argumentation, sur laquelle se fonde tout ce que nous allons dire des mouvements volontaires et des sensations.

L'*instabilité*, disions-nous, est un caractère remarquable,

(1) Voir janvier, avril et juillet 1877, avril et octobre 1878 et janvier 1879.

dont les traités de mécanique rationnelle parlent à peine en dehors de la statique, et qui cependant peut souvent rendre illusoires, dans l'application, les solutions théoriques des problèmes de dynamique. Quand, dans un de ces problèmes, les forces *données* sont exposées, grâce aux conditions initiales, à modifier complètement leur jeu aussitôt qu'intervient une force étrangère quelque faible qu'on la suppose, de manière à continuer elles-mêmes et à amplifier considérablement le petit dérangement commencé par cette intervention, la solution théorique, qui ne tient compte que des forces données, est à bon droit appelée *instable* parce que, comme l'équilibre instable, elle est absolument irréalisable dans la nature. Toujours, en effet, dans les problèmes naturels, il y a, grâce aux actions mutuelles de tous les atomes de l'univers, une infinité de petites forces perturbatrices que l'on ne peut introduire dans les données. Dans bien des cas, dans la plupart si l'on veut, ces faibles forces ne déterminent que de légères altérations, de même ordre qu'elles, parce qu'elles en sont les seules causes efficientes ; la solution trouvée par le calcul est alors une solution réelle, quoique simplement approximative. Mais dans les cas d'instabilité, elles agissent comme excitatrices des forces données ; et celles-ci, causant alors des dérangements considérables, en rapport avec leur grandeur, amènent un résultat qui n'a plus aucune ressemblance avec la solution théorique. Les exemples que nous avons donnés plus haut le montrent suffisamment.

Les seules solutions théoriques *instables* qui puissent se réaliser dans les problèmes naturels, sont évidemment celles qu'on obtiendrait en introduisant dans les données toutes les forces qui agissent réellement sur le système considéré, c'est-à-dire, en y faisant intervenir tous les atomes pondérables et impondérables de l'univers, sans aucune exception, avec les lois parfaitement exactes, et non simplement approchées, des actions qu'ils exercent. Une pareille exception n'en est pas une, et l'on peut dire sans crainte, de toute

solution dont on prouve l'instabilité, qu'elle est absolument irréalisable dans la nature. La nature n'admet nos solutions qu'en leur faisant subir au moins de légères corrections ; or ce qui caractérise les solutions instables, c'est précisément qu'elles ne peuvent supporter la moindre correction. *Sint ut sunt, aut non sint.* Elles rompent au début plutôt que de plier.

Voici maintenant comment ces considérations s'appliquent à la théorie de M. Boussinesq.

Ce savant géomètre a voulu utiliser pour la philosophie naturelle une étrange indétermination qu'il a signalée dans certains problèmes théoriques de dynamique. En effet, nous l'avons vu plus haut, ces problèmes exceptionnels admettent d'abord, comme tous les autres, des solutions *particulières* bien déterminées ; mais ils admettent en outre des solutions *singulières* toutes différentes qui, à ne considérer que les données, sont également possibles, et qui, de plus, peuvent à chaque instant, sans l'intervention d'aucune nouvelle force mécanique, être abandonnées pour de nouvelles solutions particulières. Il y a donc indétermination pendant toutes les périodes où les mobiles suivent des trajectoires singulières. Or, d'après M. Boussinesq, il y aurait, dans les organismes vivants, certaines portions, le cerveau par exemple, où les conditions de pareils problèmes se trouveraient fréquemment réalisées. A l'ouverture de chaque période singulière, l'agent volontaire y maintiendrait d'abord l'indétermination qui se présente d'elle-même, et aurait de plus le pouvoir de la lever au moment qu'il choisirait. Quelque mystérieux que paraisse l'exercice de ce pouvoir, il est certain qu'il n'exigerait aucune application de force mécanique, puisque les forces atomiques, qui produisent la solution singulière, peuvent également produire la solution particulière qui lui succède. M. Boussinesq croit que, pour rendre possibles tous les phénomènes volontaires par cette simple faculté élective, il suffit d'admettre que les

périodes singulières se présentent en nombre considérable dans un temps très court.

Sans reprocher à cette théorie naissante les lacunes importantes qu'on y pourrait signaler, sans nous arrêter aux nombreuses difficultés que la philosophie et la physiologie pourraient lui opposer, nous n'avons formulé qu'une objection très nette, tirée comme elle de la mécanique ; mais cette objection nous semble péremptoire : *Les solutions singulières des problèmes de dynamique sont des solutions instables.* Cette instabilité leur est essentielle, car elle résulte précisément de l'indétermination qu'elles introduisent. En effet, pour changer une trajectoire singulière en une trajectoire particulière, pour supprimer la première et la remplacer par une solution toute différente, ce qui suffit ce n'est pas seulement, comme pour toutes les solutions instables, une force perturbatrice quelque faible qu'on la suppose, c'est une force rigoureusement nulle. Toute force réelle quelconque sera donc *à fortiori* suffisante, et par conséquent l'instabilité est assurée. Il s'ensuit qu'aucune solution singulière trouvée théoriquement n'est jamais réalisable dans la nature. Seules, les solutions particulières sont pratiquement possibles ; or dans celles-là pas d'indétermination. L'agent volontaire, le principe directeur, n'aura donc jamais l'occasion d'exercer le pouvoir mystérieux qu'on lui attribue.

Tel est le fond de l'argumentation développée au chapitre précédent. Nous ajoutions en la terminant : « Il n'y a qu'une seule exception possible à ce raisonnement : ce serait le cas où l'indétermination théorique s'étendrait au système de tous les atomes de l'univers ; car alors il ne resterait plus de forces étrangères pour jouer le rôle de forces perturbatrices. » Mais nous n'avons pas cru devoir examiner cette hypothèse, parce que, disions-nous, « il ne paraît pas qu'on puisse, sur une pareille base, édifier une théorie analogue à celle de M. Boussinesq. »

Eh bien ! nous avons eu tort de ne pas occuper cette

dernière position ; car c'est là que se retranchent aujourd'hui nos deux savants contradicteurs.

Le premier répugnait depuis longtemps à douer les agents volontaires de forces mécaniques ; et peut-être faudrait-il attribuer cette répugnance à une difficulté d'ordre métaphysique que nous examinerons tout à l'heure. Il n'admettait pas que les phénomènes matériels volontaires pussent causer la moindre variation dans l'énergie totale de l'univers. Il rejetait d'ailleurs, croyons-nous, l'harmonie préétablie de Leibniz. Ces phénomènes devaient donc lui paraitre un mystère insondable. Aussi, dès qu'il se fut assuré, par les calculs de M. Boussinesq, que l'indétermination peut bien réellement se présenter dans la solution de problèmes de dynamique, il adopta sans hésitation l'application philosophique de cette découverte, qui répondait si bien à ses convictions et à ses perplexités.

Après avoir lu notre chapitre VII dans la livraison de janvier, et y avoir particulièrement remarqué la « discussion sur l'instabilité des solutions singulières, » il nous écrivit que cet article lui *plaisait beaucoup ;* mais il n'était pas *converti*, parce que la conclusion lui semblait « infirmée par la remarque finale : *dans l'univers entier, il n'y a pas de perturbations.* » Du reste, en se retirant sur ce terrain, il ne relevait pas l'espèce de défi qui suivait cette remarque finale, et n'essayait pas de montrer qu'il fût possible « d'édifier, sur une pareille base, une théorie analogue à celle de M. Boussinesq. »

Mais il faut en convenir, devant la difficulté de l'entreprise, il avait peut-être le droit de s'y refuser. La question des solutions singulières dans un système tant soit peu compliqué est actuellement tout à fait inabordable à l'analyse. M. Boussinesq ne l'a traitée que pour un seul point mobile, ou, ce qui revient au même, pour le mouvement relatif de deux points. On ne peut certainement pas la traiter complètement aujourd'hui pour le mouvement relatif de trois points. Même pour le cas si simple de Laplace,

que nous avons rapporté plus haut et dont M. Liouville a démontré l'instabilité, il est impossible de voir dans les formules de ce géomètre si l'on est, ou non, en présence d'une solution singulière. Que serait-ce si, au lieu de trois points, il fallait considérer, dans des formules rigoureusement exactes, tous les atomes de l'univers ? Tout peut se rencontrer, semble-t-il, dans une pareille masse de mystères. Pourquoi ne s'y trouverait-il pas des combinaisons de formules capables de rendre compte, par les solutions singulières, de tous les phénomènes volontaires qui se produisent ? Nous concevons parfaitement que, n'étant pas l'inventeur de la nouvelle théorie, notre contradicteur se contente d'escompter un aussi vaste inconnu, et qu'il nous laisse le soin de lui prouver que sa confiance est mal fondée. Eh bien ! de même qu'on peut établir certaines lois générales de l'univers, sans résoudre ni même poser les équations du problème universel, de même nous croyons qu'il est possible, sans attendre les progrès futurs de l'analyse, de porter assez de lumière dans ces ténèbres pour montrer que la nouvelle théorie philosophique ne peut s'y établir. C'est ce que nous essayerons aussitôt que nous aurons fait connaître les objections de notre second correspondant. Les voici telles qu'il a bien voulu les développer :

« Peut-être n'aurez-vous pas remarqué la manière dont M. Boussinesq pose le problème à la page 64, ligne 6 à 20 (1). Au fond cela revient à dire qu'il faut, dans la question

(1) Voici ces quinze lignes ; pour les bien comprendre, il faut savoir qu'elles visent surtout à montrer combien serait difficile l'*explication analytique des phénomènes matériels de la vie.* « Il faudrait évidemment tenir compte, à la fois, des actions intérieures de l'organisme et des réactions exercées continuellement sur ces diverses parties par le milieu ambiant. Ces réactions ne pourraient pas d'ailleurs être supposées, avec une approximation suffisante, exprimables en fonction explicite du temps, si ce n'est peut-être dans quelques cas restreints : car elles dépendent à toute époque des situations relatives des atomes en présence et, par conséquent, de toutes les causes, y compris le principe directeur, qui ont réglé la suite des changements survenus dans le système jusqu'à l'époque considérée. Mais ce n'est

des mouvements intérieurs d'un organisme, considérer aussi tous les atomes extérieurs qui ont avec les atomes intérieurs des rapports effectifs ; ou, suivant votre expression (d'une logique trop rigoureuse, à mon avis, car je crois la logique de la nature moins sévère que celle du géomètre), cela signifierait qu'il faut regarder le système matériel à étudier comme comprenant tous les atomes de l'univers. Cela ne voudra pas dire que l'indétermination atteigne tous les atomes sans exception, mais qu'elle est pour les groupes *sans cesse changeants* où elle réside, parfaitement compatible avec la présence et l'action de tous les autres. Ainsi, c'est, au fond, dans l'hypothèse que vous exprimez au bas de la page 284 qu'il s'est placé.

» Et, si la complication excessive de la question s'oppose à ce qu'on puisse l'attaquer par le calcul d'une manière directe, l'expérience vient à son aide pour indiquer, ce me semble, que la bonne voie est celle où il a marché. En effet, l'expérience montre, d'une part, que l'instabilité physico-chimique des tissus vivants est extrême, *incomparable*, telle que rien n'en approche dans la nature morte ; d'autre part, que cette instabilité n'est pas moins constante, et qu'elle sait se maintenir tant que dure la vie. Je ne vois pas qu'on puisse donner une meilleure justification d'une hypothèse scientifique quelconque. »

Nous avons cité ce dernier paragraphe pour ne rien omettre de ce qu'on nous objecte, et aussi parce que la réflexion qui le termine montre bien la conviction profonde de notre correspondant. Au fond, il n'atteint pas du tout notre argumentation. Si nous le comprenons bien, il a la même portée que la remarque suivante, faite par M. Boussinesq à la page 55 de son ouvrage : « C'est précisément ce

pas tout ; outre des échanges d'énergie, il se produit à chaque instant, à travers la surface d'un corps animé, des échanges de matière entre le dehors et le dedans. » *Conciliation du véritable déterminisme mécanique avec l'existence de la vie et de la liberté morale*, p. 64.

que porte à penser l'observation directe, au point de vue chimique, des *êtres organisés*, et spécialement des centres nerveux. Leur composition, éminemment altérable, se prête à des modifications aussi diverses que peu stables, dès que varient les circonstances de température, de milieu, etc. Or l'existence de solutions singulières, établissant un passage d'un état à un autre état, est évidemment plus admissible dans de pareilles conditions que lorsqu'il s'agit de molécules à affinités énergiques, de molécules placées en quelque sorte sur une pente rapide, et qui tendent presque inévitablement vers un état d'équilibre stable entièrement déterminé. » — Or, il nous semble qu'on peut fort bien regarder « l'existence de solutions singulières, » comme « plus admissible » dans les corps vivants que dans les autres, sans regarder comme probable qu'elle puisse expliquer les phénomènes matériels volontaires. Si donc nous étions partisans de cette « hypothèse scientifique, » nous voudrions que l'expérience en donnât « une meilleure justification. »

Mais nous disons que les solutions singulières ne sont admissibles que dans les problèmes purement théoriques, et dès lors cette ingénieuse remarque sur l'instabilité physico-chimique des tissus vivants (qu'il ne faut pas confondre avec l'instabilité des solutions en dynamique), n'a plus à nos yeux la moindre valeur comme justification expérimentale d'une hypothèse inadmissible. Voyons donc ce que nous oppose le premier paragraphe.

Il nous reproche, en passant, *une logique trop rigoureuse, plus sévère que celle de la nature;* mais ce n'est là évidemment qu'une figure de rhétorique pour insinuer, entre parenthèses, que les solutions instables pourraient bien se conduire comme si elles ne l'étaient pas. *Essentiellement* incapables de résister un seul instant à *la moindre* perturbation, elles pourraient cependant échapper quelquefois, grâce aux distractions de la nature ! Et pourtant, en dehors de cette parenthèse, on semble bien admettre que nous

avons démontré le contraire ; et l'on nous dit qu'au fond M. Boussinesq s'est placé dans la seule hypothèse signalée par nous comme échappant à cette démonstration. Nul n'accusera cette logique d'être trop rigoureuse ; mais nous la trouvons bien embarrassante pour nous. Niez-vous l'instabilité absolue des solutions singulières ? Niez-vous que les solutions instables soient en général irréalisables ? S'il en est ainsi, répondez par des arguments et non par des figures ; sinon, nous vous renvoyons aux arguments que nous avons donnés nous-même. Si, au contraire, nos arguments vous ont convaincu, si vous nous accordez ces deux points comme nous les avons établis, il ne vous reste qu'à recourir franchement, comme l'a fait notre premier contradicteur, et comme, d'après vous, M. Boussinesq lui-même l'aurait fait dès l'origine, à la seule hypothèse que, dans le chapitre précédent, nous avions volontairement négligée, comme tout à fait impraticable à sa théorie.

Sur ce terrain nous acceptons la lutte, et déjà tout à l'heure nous avons promis de nous y rendre. Vous ne montrez pas qu'il vous appartient, mais nous croyons être en mesure de montrer qu'il ne vous appartient pas; car si, comme nous l'avons dit dès l'abord, les solutions singulières y sont admissibles, elles n'y peuvent absolument rien pour sauvegarder la liberté ; et, chose assurément plus inattendue, la liberté est elle-même chargée de les rendre impossibles.

Nous sommes d'ailleurs parfaitement d'accord sur la position de la question : il n'est pas nécessaire que l'indétermination résultant des solutions singulières atteigne tous les atomes de l'univers sans exception, mais il faut qu'elle soit, *pour les groupes où elle réside, parfaitement compatible avec la présence et l'action de tous les autres.* Comment a-t-on pu s'exprimer avec cette précision et cette exactitude, sans voir aussitôt que, les divers *groupes* n'étant plus indépendants les uns des autres, cette solidarité

pouvait compromettre leur liberté ? Puisqu'on ne l'a pas vu, nous allons le montrer. Grâce à ce que nous avons établi sur l'instabilité essentielle à toutes les solutions singulières, on verra sans peine que cette liberté n'est pas seulement compromise, mais supprimée.

En effet, voici, par exemple, un mouvement libre que je viens de faire. On me dit que, pour l'exécuter, j'ai dû maintenir pendant une seconde tel atome de mon cerveau sur une trajectoire singulière ; et, pour qu'il soit libre, il faut qu'à chaque instant de cette seconde j'aie pu moi-même arbitrairement déterminer l'atome à rester sur cette trajectoire ou à l'abandonner. Or, pendant la même seconde, les autres agents libres ont exécuté des mouvements, et par suite ont fait varier les faibles forces que les masses gouvernées par eux appliquaient à l'atome considéré ; mais, par hypothèse, ces faibles forces ont été à chaque instant tout juste ce qu'il fallait pour lui permettre ce mouvement; car, sans cette rigoureuse exactitude, la trajectoire singulière, éminemment *instable*, aurait été abandonnée et mon mouvement libre n'aurait pas eu lieu. Eh bien ! je le demande, que serait-il arrivé, dans les mêmes conditions, si un de ces agents avait fait d'autres mouvements ? Évidemment, en général et à moins d'un hasard infiniment peu probable, son action sur le premier atome eût été différente ; la différence serait une force très faible sans doute, mais non une force nulle ; et puisque la trajectoire singulière de mon atome est parfaitement instable, cette force très faible y aurait mis un terme à l'instant même et malgré moi. Ou bien donc je n'étais pas libre pendant cette seconde, puisque mon action pouvait être arbitrairement changée sans mon consentement par un autre ; ou bien cet autre ne l'était pas, puisqu'il ne pouvait lui-même modifier ses actions. Et ce qui est vrai d'un second agent supposé libre, est vrai au même titre de tous les autres. Ma liberté n'a donc pu être sauvegardée pendant cette seconde, qu'à la condition d'enchaîner pendant le même

temps toutes les autres libertés. Et dans les secondes suivantes?... Il n'y aurait donc jamais place que pour une seule liberté à la fois dans tout l'univers matériel. Est-ce là ce que nous montre l'expérience? N'est-ce pas plutôt le cas de dire : Je ne vois pas qu'elle puisse donner une meilleure *réfutation* d'une hypothèse scientifique quelconque (1)?

Cette discussion enlève donc à la nouvelle psychologie tout le terrain scientifique où elle s'était établie; mais, de plus, elle fournit une excellente réponse à certaines perplexités qu'a fait naître, presque dès l'origine, la découverte de M. Boussinesq. Si les mouvements peuvent être indéterminés quand les forces et l'état initial sont déterminés, si une pareille indétermination n'est pas absolument irréalisable dans l'ensemble de l'univers, n'avons-nous pas à craindre qu'elle se réalise quelquefois, et alors qu'arriverait-il? M. Boussinesq la faisait lever par ses principes directeurs quand les atomes où elle résidait se trouvaient dans les corps organisés. Mais, quand même on admettrait cette hypothèse inadmissible, l'indétermination ne pourrait-elle pas résider aussi dans d'autres atomes? Et alors qui la lèverait? Un monde où un seul atome en mouvement serait placé devant deux routes, obligé de suivre l'une ou l'autre et sans aucune raison de suivre l'une plutôt que l'autre, ne serait-il pas une absurdité, ou du moins l'intervention miraculeuse n'y serait-elle pas nécessitée par un véritable défaut de construction? Que serait-ce si, comme cela paraît possible, un tel défaut s'y présentait souvent, et un peu partout? Rassurons-nous, grâce à la liberté, jamais rien de pareil ne se présentera. En effet, pour qu'un atome suive une solution

(1) Un raisonnement analogue permet d'établir le théorème suivant : Si, dans un système de points matériels agissant réciproquement les uns sur les autres, il y a n points pouvant suivre en même temps des trajectoires singulières, il suffit en général qu'un seul de ces points passe sur une trajectoire particulière, pour que les n-1 autres soient aussitôt obligés d'en faire autant. De sorte qu'il suffirait d'une seule variable indépendante t, pour décrire les alternatives de ce phénomène théorique, composé successivement de *périodes singulières* et de périodes ordinaires.

singulière, il faut non seulement que des conditions très exceptionnelles se réalisent à un certain *instant*, mais encore qu'elles persévèrent pendant un certain *intervalle* de temps. Pour cela il faut que tous les autres atomes de l'univers se conduisent chacun, pendant tout cet intervalle, d'une façon toute déterminée; la moindre déviation de l'un d'entre eux rejetterait le premier, de sa trajectoire essentiellement instable, sur une trajectoire particulière bien déterminée. Il faudrait donc que, pendant tout ce temps, tous les agents libres sans exception réglassent rigoureusement, malgré leur liberté, toutes leurs actions matérielles de manière à sauvegarder l'indétermination. Un pareil concours n'est pas métaphysiquement impossible; mais il est physiquement irréalisable; et par conséquent on peut dire que jamais, dans le monde matériel, il n'y aura ni trajectoire singulière, ni hésitation d'un seul atome. La seule indétermination qui puisse trouver place dans ce monde est celle que les agents libres y produisent eux-mêmes, en altérant volontairement les déterminations atomiques; et l'on peut dire qu'il faut, contrairement à ce que fait M. Boussinesq, expliquer l'indétermination par la liberté et non la liberté par l'indétermination.

C'est l'expérience, ce sont les faits qui nous ont obligés à admettre cette altération volontaire. Leibniz, il est vrai, a cru pouvoir se soustraire à cette nécessité sans s'astreindre à nier la liberté, sans tomber dans les grossières incohérences du matérialisme. Pour lui, tous les phénomènes matériels, sans exception, même ceux que nous appelons volontaires, formaient une chaîne rigoureusement déterminée par un quelconque de ses anneaux; tandis que les actes libres, exclusivement immatériels, formaient une seconde chaîne parallèle dont la correspondance avec la première n'avait d'autre cause que la Providence divine. Mais, on l'a vu plus haut, cette harmonie préétablie contredit la connaissance très claire que le sens intime nous donne de notre liberté. Cette objection est péremptoire, et

nous n'avons pas besoin d'opposer à Leibniz les singulières conséquences que donnerait sa théorie si l'une des deux chaînes, la première ou la seconde, était anéantie. Sa théorie n'est donc pas admissible, et par conséquent il faut reconnaître que nous sommes les véritables causes efficientes de nos actes matériels. Et puisque ces actes altèrent des mouvements atomiques qui, sans eux, s'exécuteraient d'une autre manière, c'est-à-dire sur d'autres trajectoires toutes déterminées ; puisque jamais un atome réel ne passe d'une trajectoire à une autre comme le prétendait la nouvelle théorie, c'est-à-dire sans l'intervention d'une force mécanique réelle ; il faut conclure que nous avons le pouvoir de développer, quand nous le voulons, et d'appliquer à certains atomes des forces de cette espèce.

Contre cette conclusion, qui nous semble parfaitement inévitable, il y a deux difficultés que nous devons examiner.

La première, que certains esprits regardent comme à jamais insoluble, est l'incompatibilité qu'ils croient apercevoir entre le matériel et l'intellectuel. Ces deux ordres leur semblent si disparates, si opposés que, pour les faire correspondre, ils recourent, comme Leibniz, à la Providence divine, et faute d'y recourir, ils voient, dans tous les faits où la correspondance s'affirme, des mystères redoutables, voisins du contradictoire et de l'absurde. « Les fonctions du cerveau, disait Cuvier, supposent l'influence mutuelle, à jamais incompréhensible, de la matière divisible et du moi indivisible, hiatus infranchissable dans le système de nos idées et pierre éternelle d'achoppement dans toutes les philosophies. » N'ayant jamais nous-même éprouvé ces terreurs, nous avons été longtemps incapable de les comprendre. Aujourd'hui nous croyons qu'elles ont pour unique origine une mauvaise théorie des actions purement matérielles. On commence par *imaginer* une analyse fort peu rationnelle des actions que les corps exercent les uns sur les autres, et l'on se demande ensuite comment il est

possible qu'un esprit exerce des actions semblables. Rappelons, par exemple, la phrase de M. Bertrand citée au chapitre précédent : « Toute tentative pour imaginer le mécanisme des actions exercées conduit à supposer des impulsions successives et discontinues. » Ainsi les atomes eux-mêmes n'agiraient sur d'autres atomes, qu'en les heurtant pour les déplacer. Des chocs, rien que des chocs, formeraient en dernière analyse tous les phénomènes purement matériels. Or, comment imaginer qu'un esprit aille heurter un atome, et le détermine au mouvement par son contact et son impénétrabilité? Comment imaginer qu'un esprit unique, un « moi indivisible, » heurte et pousse en même temps les millions d'atomes d'une « matière divisible? » N'est-ce pas là vraiment une chose « à jamais incompréhensible, un hiatus infranchissable, une pierre éternelle d'achoppement? »

Sans doute ; mais qui donc a démontré le *mécanisme* que vous imaginez? Qui l'a simplement rendu fort probable? L'unique argument qu'on apporte en sa faveur contre la théorie rivale n'est-il pas une simple illusion métaphysique (1)? N'avons-nous pas déjà, dans les seuls phénomènes physico-chimiques, de puissantes raisons pour le rejeter? Et la difficulté insoluble qu'il introduit dans la théorie des phénomènes vitaux n'est-elle pas un nouveau et pressant motif d'embrasser le système opposé, et de regarder les attractions et les répulsions atomiques comme des forces réellement primordiales?

Dans ce système, l'insoluble difficulté n'existe pas, et, si le domaine de l'inconnu y reste sans bornes, du moins on n'y aperçoit nulle part l'hiatus de l'inconcevable et la pierre d'achoppement de l'absurde. On s'en convaincra aisément si on se rappelle ce qui a été dit, au chapitre IV, des substances atomiques et de leur activité. Ces substances ont

(1) Voir cette réfutation au chap. IV. *Revue des questions scientifiques*, t. 2, p. 253.

été reconnues alors comme étant *les agents qui transforment les points isolés de l'espace en atomes*, c'est-à-dire en sièges de forces centrales dont les lois sont, en elles-mêmes, rigoureusement déterminées (1); et en formulant ces lois, d'après les découvertes de la physique moderne, nous avons, autant que cela est possible aujourd'hui, caractérisé leur activité. Mais une difficulté s'est alors présentée; il a fallu nous poser la question suivante : Ces substances ont-elles, à un degré quelconque, un pouvoir de connaître analogue à celui de l'homme? Avons-nous, pour la résoudre négativement, invoqué même comme simplement probable une incompatibilité quelconque, entre l'activité purement matérielle que nous venions de leur reconnaître, et l'activité intellectuelle que nous allions leur refuser? Non, nous avons dit que rien, absolument rien, ni dans les phénomènes ni dans les théories, ne portait à attribuer aux substances atomiques la moindre parcelle de connaissance sensible ou intellectuelle; nous avons ajouté que la nécessité, l'enchaînement rigoureux des phénomènes qu'elles produisent, interdisait une pareille attribution. Et nous croyons qu'aucun de nos lecteurs, arrivé à cet endroit du chapitre IV, n'aura songé à corroborer notre argumentation par cette prétendue incompatibilité. Considéré en lui-même, et non dans tel ou tel *mécanisme* explicatif, le pouvoir d'écarter ou de rapprocher des points géométriques, ou en d'autres termes le pouvoir d'appliquer immédiatement aux atomes des forces mécaniques, n'a rien qui exclue le pouvoir de connaître ; et celui-ci n'a rien qui doive rendre incapable du premier. L'un n'exige pas l'autre sans doute, mais ils ne se repoussent pas ; et l'on peut, sans le moindre effort, concevoir qu'une même substance, un même agent, soit doué à la fois de ces deux activités. *A priori*, le cas *peut* se présenter; c'est aux faits, c'est à l'expérience qu'il faut demander s'il se présente. Or, nous l'avons vu,

(1) *Ibid.*, p. 263.

l'expérience des phénomènes volontaires nous répond par l'affirmative.

La seconde difficulté soulevée par notre thèse est toute négative. S'il existe des forces mécaniques volontaires, pourrait-on dire, elles doivent, relativement aux forces atomiques de l'univers, être considérées comme des forces *extérieures ;* leur travail doit donc exposer l'énergie du système à de continuelles variations. D'où vient que jusqu'ici l'on n'a pas constaté ces variations? — La réponse est aisée. Cela vient de ce que la physiologie n'est pas encore en état de mesurer toutes les variations d'énergie qui se produisent sans cesse dans les organismes vivants. Parmi ces variations il en est parfois de très faibles qu'elle peut mesurer grâce à des circonstances particulières ; c'est ainsi qu'elle a trouvé que le travail nerveux n'est que le trente-millième du travail musculaire correspondant. Mais il en est d'autres plus considérables qu'elle n'a mesurées que fort grossièrement ; c'est ainsi qu'elle n'a constaté que par à peu près le rapport, calculé d'avance, entre les combustions internes dans l'animal vivant et l'énergie qu'il dégage. Dans ces conditions, l'impossibilité où elle est actuellement de mesurer le travail des forces volontaires, ne peut rien prouver contre l'existence de ces forces. On en conclura tout au plus que cette quantité de travail est inférieure à celles dont la physiologie peut, dans des circonstances analogues, obtenir la mesure. D'ailleurs peut-on citer un seul physiologiste qui ait sérieusement essayé cette recherche? En existe-t-il beaucoup que des études de mécanique rationnelle et de philosophie aient préparés à l'entreprendre?

Du reste, de ce que les forces volontaires seraient très faibles relativement à celles que nous mesurons ordinairement, il ne s'ensuit nullement qu'elles soient plus faibles que les forces atomiques avec lesquelles elles doivent joindre leur action. Il se pourrait même qu'elles fussent souvent de beaucoup supérieures à ces dernières ; car, vu le nombre immense des atomes et l'incroyable petitesse de

leurs masses, nous savons que les forces interatomiques sont au-dessous de tout ce que nous pouvons imaginer.

A ce propos, on nous permettra de ne pas prendre congé de M. Boussinesq, après l'avoir critiqué si longuement, sans critiquer encore une note finale ajoutée par lui à une nouvelle édition de sa réponse à M. Bertrand, et dont le langage conciliateur serait notre condamnation, si nous l'acceptions comme parfaitement exact. Voici cette note :

« D'ailleurs, si l'on persistait à croire aux forces vitales, la nécessité de se mettre d'accord avec l'expérience des physiologistes obligerait de n'attribuer à ces forces que de très petites valeurs, de l'ordre de celles qui échappent à l'observation. Or, de pareilles forces ne peuvent amener des effets sensibles que dans des systèmes matériels dont l'état physico-chimique est presque instable, ou diffère très peu d'un état pour lequel il y aurait indétermination mathématique parfaite de voies. Donc, même dans cette opinion, la recherche des solutions singulières des équations de mouvement, des réunions et bifurcations qu'admettent leurs intégrales, conserverait toute son importance ; car elle fournirait les points de repère naturels pour déterminer les conditions effectives d'existence des êtres vivants, ou mieux, elle ferait connaître ces conditions avec une approximation pratiquement équivalente à l'exactitude. Ainsi une telle opinion ne différerait pas sensiblement, quant aux explications qu'elle pourrait permettre de donner des phénomènes vitaux, de celle qui réduit la vie et la volonté au rôle de simples principes directeurs ; et le géomètre devrait toujours accepter celle-ci, *quand ce ne serait qu'à titre d'hypothèse simplificatrice n'altérant pas les résultats d'une manière appréciable*, tout comme il réduit les atomes à de simples points, qualifiés par lui *de points matériels*, faute d'avoir aucune donnée positive sur leurs dimensions, qu'il sait seulement être imperceptibles et qu'il est conduit à supposer très petites en comparaison des distances d'atomes voisins. Il serait donc bien inutile, aux partisans de l'une et

de l'autre opinion, de se critiquer mutuellement pour de légères nuances, que l'imperfection de nos moyens de connaître rendrait à peu près insaisissables et qui ne correspondraient peut-être même à rien de réel hors de nous, mais seulement à des différences subjectives de points de vue. »

Si nous comprenons bien le point de départ de cette note, on croirait pouvoir conclure des expériences physiologiques que les forces volontaires sont trop faibles pour jouer un autre rôle que celui de forces perturbatrices. Par suite, elles ne pourraient jamais modifier, d'une manière sensible, que des solutions presque instables. Cela ne nous semble pas prouvé; car il est fort possible qu'elles échappent à l'observation tout en étant beaucoup plus grandes que les faibles forces atomiques appliquées aux mêmes systèmes. Mais admettons qu'il en soit ainsi. Ce qu'il conviendrait alors d'étudier comme première approximation, ce ne serait pas seulement les solutions *singulières*, ce serait plus généralement les solutions *instables ;* car, si toutes les solutions singulières sont instables, bien des solutions instables ne sont pas singulières. Il serait donc fort possible, dans l'hypothèse où nous voulons bien nous placer, que les solutions singulières ne pussent pas même servir de première approximation. De plus, l'exactitude rigoureuse que leur recherche paraît exiger dans les formules, ne semble pas les rendre bien propres à jouer ce rôle simplificateur. Enfin il n'est pas probable que jamais, ou du moins avant un avenir bien éloigné, les mouvements atomiques compliqués où interviennent, suivant nous, les forces volontaires, puissent être étudiés par les formules de la dynamique. Il nous semble donc que si les deux théories se valent *pour le géomètre*, c'est qu'elles lui sont également inutiles.

Mais il n'en est plus de même au point de vue de l'explication rationnelle des phénomènes. Ici les deux théories contradictoires nous semblent différer autrement que par de *légères nuances, à peu près insaisissables*. Le lecteur va

pouvoir en juger dans toute la suite de ce chapitre, où l'existence de forces volontaires servira de base à l'étude des mouvements musculaires et des sensations. Il verra pourquoi nous avons dû mettre cette existence hors de toute contestation, et comprendra qu'en réfutant la théorie de M. Boussinesq, la seule du reste qui fût vraiment digne d'une réfutation, nous avions un mobile plus élevé que l'envie de critiquer un savant géomètre pour lequel nous professons la plus haute estime. Dans cette question même, nous avons rendu un hommage mérité à la belle découverte qu'il a faite, et nous avons dû pour cela déposer un vieux préjugé, consacré par tous les traités de mécanique. Nous l'aurions volontiers suivi et accepté pour guide sur le terrain de la philosophie naturelle ; mais les raisons développées plus haut nous l'ont interdit. Nous ne partageons pas non plus la défiance que lui inspire « l'imperfection de nos moyens de connaître. » Loin de croire que les *nuances* dont il parle « ne correspondent peut-être à rien de réel hors de nous, » nous espérons qu'un jour, bientôt peut-être, quelque habile physiologiste, suffisamment instruit des principes de la mécanique, mesurera au dynamomètre ces forces vitales dont on ne pourra plus alors contester l'existence. Cette entreprise ne nous paraît pas excéder la portée de la physiologie contemporaine. Celui qui le premier y réussira aura l'honneur, dans un siècle où la science a déjà moissonné tant de palmes, de lui conquérir la plus noble et la plus glorieuse. Il aura démontré, par des expériences purement et exclusivement scientifiques, par la seule étude des phénomènes matériels, l'existence d'agents supérieurs à la matière ; fortifiant ainsi, s'il est possible, la conviction qu'en donnent à tous les hommes l'expérience du sens intime et les phénomènes intellectuels. Il aura chassé définitivement le matérialisme des laboratoires de la science, où ce condamné invoque aujourd'hui le droit d'asile.

Voyons maintenant comment ces forces volontaires se prêtent à l'explication des deux grandes classes de faits

qui ont servi à démontrer leur existence : les mouvements musculaires et les sensations.

Dans cette carrière où nous ne comptons pas beaucoup de devanciers, nous nous garderons avec soin contre la tentation fort naturelle d'élargir notre champ par des excursions dans les domaines limitrophes de la physiologie et de la philosophie ; nous tâcherons de rester toujours dans le voisinage immédiat de la mécanique. Les phénomènes étant donnés, nous rechercherons de quelle manière les forces volontaires y développent leur action, à peu près comme on pourrait le faire pour les forces atomiques dans des phénomènes physico-chimiques. Nos prétentions seront d'ailleurs, et pour cause, extrêmement modestes. Toute explication détaillée et définitivement établie dépasse nos forces ; mais si parfois les traits généraux les plus essentiels peuvent être soupçonnés, nous croirons avoir fait œuvre utile. On nous permettra bien de risquer, lorsqu'il le faudra, quelques conjectures ; car il serait difficile d'avancer autrement ; mais à notre tour cette permission nous oblige à deux choses : suivre dans ces conjectures la direction que les faits semblent indiquer, et être prêt à les abandonner si les faits, mieux étudiés, viennent à ébranler leur probabilité.

Commençons par les mouvements musculaires ; en nous bornant, bien entendu, à ceux que, de commun accord, on appelle volontaires ; en négligeant par conséquent les mouvements *réflexes*, qui n'ont pour cause déterminante qu'une impression extérieure réfléchie sur les muscles par le système nerveux, et les mouvements *automatiques* comme les contractions régulières du cœur. Mais en revanche notre mouvement musculaire doit comprendre, non seulement la contraction du muscle qui n'en est que la troisième et dernière période, mais encore les phénomènes nerveux et cérébraux qui précèdent et déterminent cette

contraction. Celle-ci n'a rien, *en elle-même*, de volontaire : elle n'est qu'une suite nécessaire d'un phénomène volontaire antérieur, et une explication physico-chimique en a été donnée plus haut (1), aussi satisfaisante que le permet l'état de la science. Bien plus, le phénomène nerveux, celui qui se passe dans la seconde période tout le long des fibres reliant le muscle au cerveau, est aussi dans le même sens un phénomène physico-chimique. Dans l'état normal, il suit *nécessairement* le phénomène cérébral ; et l'on sait qu'il consiste dans la transmission d'un ébranlement propagé de proche en proche. Le temps requis pour cette transmission a été mesuré, et, contrairement à l'attente des expérimentateurs, la vitesse de propagation s'est trouvée relativement fort petite, 30 mètres par seconde. Cette faible vitesse suffirait déjà pour distinguer l'ébranlement nerveux du courant électrique avec lequel il a de grandes ressemblances et qui le remplace souvent dans les expériences du laboratoire ; il s'en distingue en outre par la nécessité où il est de s'alimenter en chemin ; car il se fait, dans le nerf qui fonctionne, des combustions analogues à celles qui s'opèrent dans le muscle. C'est bien un phénomène vital, mais analogue à ceux de la vie végétative ; toutes ses lois sont en elles-mêmes déterminées, et, une fois commencé, il suit inévitablement son cours.

C'est donc uniquement dans la période cérébrale que nous devons rechercher le jeu des forces volontaires. Inutile de dire que nous ne pouvons le décrire d'une façon positive, puisqu'il n'a jamais été observé. On a pourtant tout lieu de croire que les points d'application de ces forces ne sont pas uniformément répandus dans le cerveau. On sait qu'il y a dans cet organe, comme dans d'autres parties du système nerveux, deux espèces principales d'éléments, savoir : les fibres qui forment ce qu'on appelle la substance blanche, et les cellules qui forment la substance

(1) Janvier 1879. Ch. VII, pp. 265 et 266.

grise. Or, l'étude de ces éléments, dans les régions de l'organisme où ils sont plus accessibles à l'observation et à l'expérience, permet de croire que, même à l'intérieur du cerveau, les fibres ne sont que de simples organes de transmission. Les cellules seraient donc seules à renfermer les atomes soumis directement aux forces volontaires ; encore est-il probable que bien des cellules ne remplissent à l'intérieur du crâne qu'un rôle semblable à celui d'autres cellules nerveuses situées au dehors, dans la moelle épinière, dans les ganglions etc., rôle qui paraît bien n'avoir rien de volontaire. Voici d'ailleurs la façon bien simple dont il semble que ces forces agissent pour déterminer les mouvements musculaires.

En s'appliquant à divers atomes d'une cellule, elles modifieraient la figure de celle-ci. De là un trouble, semblable à ceux que l'on cause en pinçant des éléments nerveux dans les expériences. L'ébranlement ainsi déterminé doit se communiquer aux éléments voisins. Si ces éléments sont d'autres cellules, il peut y être modifié, soit par une nouvelle action de forces volontaires, soit même simplement par l'action propre physico-chimique de ces petits organes. Il est probable que, avant d'arriver aux nerfs proprement dits, il doit circuler de cellule en cellule, en passant même par les fibres du cerveau, et y recevoir par le concours de ces deux genres d'action cellulaire, l'élaboration définitive qui le rend propre à commander, en arrivant au muscle par les mille filaments du cordon nerveux, le mouvement précis que l'agent volontaire se propose. On ne peut malheureusement formuler là-dessus que des conjectures extrêmement vagues ; car jamais aucune étude expérimentale n'a été faite ; le cerveau vivant ne se prête pas aisément aux observations microscopiques, et son anatomie n'est pas de nature à faire deviner les fonctions par la forme et la disposition des organes. Il va sans dire que l'on n'a pas même une évaluation approximative des variations d'énergie que produit nécessairement l'action des for-

ces volontaires; quant aux combustions organiques dont on peut mesurer les produits, elles se rapportent à tant de fonctions diverses du cerveau, qu'on ne saurait y démêler la part de chacune; et l'on ne saurait même dire si le travail cérébral qui détermine un mouvement musculaire, est notablement plus grand ou plus petit que le travail nerveux correspondant. On conçoit que, là où les faits sont si peu étudiés, la théorie ne puisse aller bien loin; aussi ce que nous venons de risquer n'a pas la prétention de s'appeler une théorie. Et cependant cela soulève déjà deux difficultés que nous allons indiquer et essayer de résoudre.

La première se présente, pour ainsi dire, d'elle-même au nom de la conscience. — Vous analysez, nous dit-elle, le phénomène en trois périodes. La période cérébrale et la période nerveuse échappent à la connaissance, ou du moins ne peuvent être connues que théoriquement et grâce à des recherches difficiles à peine commencées. La troisième seule, la période musculaire, tombe sous le sens; c'est la seule que l'on puisse connaître dans la pratique, et c'est aussi la seule qui soit voulue directement et formellement par l'agent volontaire. Or votre analyse la range dans la catégorie physico-chimique, et place l'exercice des forces volontaires exclusivement dans cette obscure première période à laquelle nul ne pense dans l'action et sur laquelle on ne peut encore, même théoriquement, formuler que de vagues conjectures. Il serait difficile de contredire plus exactement le témoignage de la conscience. Et pourtant, en pareille matière, la conscience n'est-elle pas un témoin irrécusable et même un juge sans appel?

Sans doute; mais il faut savoir interroger ce témoin, et surtout il ne faut pas mal interpréter le silence de ce juge. Lorsqu'il s'agit de décider si tel ou tel phénomène appartient réellement au domaine de la volonté, n'oublions pas que, grâce aux multiples liaisons des effets et des causes, ce domaine couvre souvent une très vaste étendue, dont la

conscience ne nous signale nettement que tel ou tel point culminant ; elle est obscure ou presque uniquement *en puissance* pour le reste, parce que l'attention, beaucoup plus restreinte que la volonté, ne peut se fixer en même temps sur un grand nombre d'objets. Chacune de nos actions peut nous en fournir la preuve. Je remue actuellement la main et les doigts pour écrire ; tout à l'heure j'écrivais, mais je ne songeais pas à ces mouvements ; maintenant que j'y songe, est-ce que ma conscience les embrasse tout entiers ? est-ce qu'elle s'occupe de tous les muscles qui se tendent et se détendent ? Dira-t-on pour cela que ces déformations des muscles sont involontaires ? Souvent la conscience, uniquement préoccupée du but que l'on poursuit, oublie tous les moyens matériels que l'on met en œuvre. Le lecteur qui, en parcourant mon article, surveille mon argumentation, songe-t-il aux mouvements de ses yeux sur la page ? Dans une discussion animée, vous pensez à convaincre ; mais songez-vous que pour cela vous remuez les lèvres et la langue ? Faut-il, parce que la conscience ignore ces mouvements des yeux et de la bouche, les rayer de la catégorie des mouvements volontaires ? Évidemment non ; car la conscience elle-même, si on l'interrogeait, se hâterait de protester.

De même, lorsqu'elle parle, il faut bien se garder d'étendre son témoignage. Elle dit que la contraction musculaire, ou plutôt le mouvement du corps qui en résulte, sont formellement liés au phénomène de la volition ; mais cela ne s'oppose ni à l'existence, ni même à l'indispensable nécessité de phénomènes intermédiaires. Elle nous laisse donc le droit de reconnaître un phénomène matériel antérieur à la contraction, que celle-ci suit nécessairement ; le droit de dire par conséquent que, considérée *en elle-même*, abstraction faite de ce phénomène antérieur, la contraction n'est, comme chacun des effets qu'elle peut produire, qu'un phénomène physico-chimique. Cela ne l'empêche pas d'être, à un autre point de vue, un phénomène volontaire ; et par conséquent ne contredit pas le témoignage de la conscience.

Soit, dira-t-on, ces remarques éclaircissent la situation et atténuent la difficulté ; admettons donc que je puisse vouloir presque à mon insu ; mais comment admettre que je puisse vouloir et exécuter des actions extrêmement compliquées et précises dont j'ignore le détail ?

Pour mieux répondre, nous demandons à diviser l'objection. Et d'abord, rien ne nous est plus ordinaire que de vouloir et d'exécuter des actions extrêmement compliquées et précises *sans songer* aux détails. Chaque jour nous marchons, nous parlons, nous écrivons, sans nous douter de la multiplicité et de l'exactitude des mouvements que nous produisons ainsi. Et pourtant ces mouvements sont parfaitement volontaires. Les doigts du pianiste, les doigts et les lèvres du flûtiste nous fournissent des exemples tout aussi concluants, mais plus frappants peut-être parce qu'ils sont moins communs. Dans tous ces cas, la difficulté qui résulte naturellement de la complication est levée par ce qu'on appelle l'*habitude*. Tout acte fréquemment répété se reproduit plus aisément, et cela pour deux raisons distinctes : d'abord parce que l'organisme se transforme peu à peu, par la répétition, de façon à se prêter de mieux en mieux à l'emploi qu'on en fait, ensuite parce que l'agent volontaire qui actionne cet organisme est doué d'une mémoire qui lui permet d'acquérir de l'expérience. Ces deux principes, bases de l'éducation individuelle, suffisent déjà pour rendre raison des faits surprenants, mais indéniables, que nous venons d'alléguer. Il en est un troisième qu'il ne faut pas négliger, surtout quand il s'agit, non de l'homme, mais des animaux : c'est l'hérédité, qui transmet d'individu à individu une partie de l'éducation, l'appropriation de l'organisme. Inutile d'en montrer ici l'influence ; ce qui précède prouve suffisamment que la complication ne constitue pas un obstacle à l'exécution, même plus ou moins distraite, de mouvements volontaires.

Mais la complication n'était que la moitié de la difficulté. Il nous reste à dire comment l'on peut appliquer les forces

volontaires tout en ignorant les détails de cette opération. Les exemples précédents ne le montrent pas ; car, bien qu'on n'y songe pas, les détails ne sont pas ignorés et nécessairement soustraits à la conscience ; et même, si l'on a pu acquérir l'habitude, c'est, du moins pour le langage, l'écriture et le jeu des instruments, parce que ces détails ont été individuellement connus et étudiés. C'est à force d'appliquer l'attention séparément à chaque partie, qu'on est arrivé à exécuter le tout sans attention. Ici, au contraire, l'ignorance est parfaite, l'exercice ne peut être guidé par la théorie ; l'appropriation, la mémoire, l'hérédité ne suffisent plus ; mais il est un quatrième principe du fonctionnement des organismes, dont nous n'avons encore rien dit, quoiqu'il ait une grande importance dans l'éducation : c'est le tâtonnement ou, si l'on veut, la méthode des approximations successives. L'agent volontaire l'applique chaque fois que, voyant nettement le but, il ne voit pas ou voit mal les moyens. Il essaye, d'abord un peu au hasard ; puis, par une sélection intelligente, il renouvelle ses tentatives en écartant les moyens que l'expérience précédente a condamnés, et en modifiant les autres d'après ses indications. Il n'a pas besoin pour cela de connaître ce que ces moyens sont en eux-mêmes, il suffit qu'il sache les distinguer les uns des autres. Voyez, par exemple la série d'efforts, d'abord maladroits, puis de plus en plus heureux, par lequels l'homme apprend à nager. Ce n'est pas une théorie connue d'avance qui lui enseigne ce qu'il faut faire ; car peu de nageurs seraient capables d'expliquer la natation par les principes de la mécanique. Ce n'est pas même la vue des mouvements opérés par d'autres nageurs, ou du moins, on le sait assez, cette vue ne lui fournit qu'une approximation fort insuffisante. Il faut qu'il tâtonne assez longtemps, et quand enfin il a réussi, quand il sait faire ce qu'il faut, il ne sait pas bien exactement tout ce qu'il fait. Les mouvements de ses bras lui sont assez connus parce qu'il peut les suivre de l'œil ; mais s'il veut connaître telles ou telles particulari-

tés des mouvements de ses jambes, il doit interroger un spectateur ; et cependant il sait parfaitement distinguer sans le secours de personne, même pour ces membres qu'il ne voit pas, les mouvements utiles et les mouvements nuisibles. C'est, croyons-nous, par ce procédé de tâtonnement, forcément essayé dès l'enfance, que l'on apprend à exécuter tous les mouvements cérébraux. Au commencement l'action volontaire se pose à peu près au hasard, elle se corrige ensuite peu à peu par l'expérience, et, grâce à la mémoire que l'on garde de ses actions et de leurs résultats, on apprend à distinguer les uns des autres, sans pourtant les connaître en eux-mêmes, les divers efforts qu'il faut faire pour obtenir les divers résultats. L'éducation doit être longue par un pareil procédé, mais on sait assez que l'enfance dure longtemps et que les jeunes enfants sont fort maladroits. Il est d'ailleurs permis d'admettre que l'organisme renferme des dispositions qui abrègent les premières tentatives en facilitant les plus utiles et que l'hérédité, surtout chez les animaux, vient ici au secours de l'éducation.

C'est par ces arguments de fait que nous répondons à la première difficulté. Ils deviendraient probablement plus précis si nous connaissions, au moins théoriquement, ce qui se passe dans le cerveau ; mais, malgré la vague indétermination qui flotte autour de la thèse, ils nous paraissent tout à fait satisfaisants.

La seconde difficulté est plus scientifique, et n'est pas aussi embarrassante. Supposons qu'on nous dise : Si ce que vous appelez des forces volontaires sont des forces mécaniques, d'où vient qu'elles *se fatiguent ?* La fatigue est un phénomène si commun dans la vie qu'il semble n'avoir pas besoin d'explication ; mais il ne se présente que dans les actions vitales, il faut l'expliquer, si vous introduisez la mécanique dans ce nouveau domaine. Les véritables forces mécaniques, observées dans la nature inorganique, ne

s'épuisent pas, ne s'affaiblissent pas par l'exercice. Le soleil ne se fatigue pas d'attirer la terre, la terre ne se repose jamais, elle attire toujours les corps pesants avec la même puissance. Pourquoi l'agent volontaire est-il soumis à une autre loi ? Est-ce que sa faculté de connaître gêne sa faculté d'agir sur les atomes ? Est-ce pour cette raison qu'il ne peut réparer celle-ci, sans renoncer momentanément à celle-là ?

Non, l'explication de la fatigue est beaucoup moins mystérieuse ; elle se comprend aisément, et nous pouvons la donner ici en peu de mots. Nous aurons ainsi l'avantage, non seulement de répondre à la difficulté, mais aussi d'éclairer ce phénomène important, qui jettera ensuite un grand jour sur les problèmes de la sensation. Remarquons d'abord qu'il n'est pas exact que la fatigue apparaît uniquement parmi les phénomènes vitaux. Toute machine un peu compliquée se fatigue. Une locomotive, par exemple, ne doit pas seulement renouveler sa provision d'eau et de charbon, ce qui peut se comparer au besoin de nourriture ; elle doit aussi subir des réparations et des nettoyages fréquents ; il faut resserrer une vis ou un écrou, remplacer un tuyau ou un robinet, enlever les incrustations, réparer en un mot tous les petits désordres que le fonctionnement introduit sans cesse ; sinon le fonctionnement ultérieur sera défectueux, et les mêmes forces ne suffiront plus à la faire marcher comme auparavant. La fatigue, dans les organismes vivants, n'est pas autre chose. Il s'y produit dans l'action une foule de désorganisations partielles qu'il faut réparer, il s'y loge, grâce aux combustions organiques, une quantité de résidus qu'il faut éliminer ; car les uns et les autres gênent le fonctionnement en multipliant les obstacles. Le repos permet aux actions végétatives de refaire les organes endommagés et d'enlever les matières étrangères. La fatigue n'est donc pas une diminution de la puissance, c'est une simple augmentation de la résistance. Elle ne tient pas à la nature des forces qui agissent,

mais à la complication de l'organisme qui fonctionne. Elle n'est donc pas une objection contre l'admission des forces volontaires dans la catégorie des forces mécaniques.

L'étude physiologique des sensations a été poussée plus loin que celle des mouvements musculaires ; aussi en essayant d'indiquer le rôle qu'y remplissent les forces volontaires, nous devons nous préoccuper de l'ordre à suivre pour éviter la confusion. Voici le plan que nous adoptons : Exposer d'abord les traits généraux les plus essentiels, permettant de se former une sorte de théorie ; reprendre ensuite quelques points spéciaux, dont les développements pourraient gêner l'ensemble.

Nous distinguons trois choses dans la sensation : l'excitation extérieure, l'attention et la connaissance.

L'*excitation* est l'action des phénomènes extérieurs sur les extrémités nerveuses de ce qu'on appelle la périphérie. Il y a de ces extrémités nerveuses sur toute la peau, sur les muqueuses de la bouche et du nez, dans les parties osseuses de l'oreille et au fond du globe de l'œil. Beaucoup de phénomènes extérieurs y déterminent la naissance d'un ébranlement, qui se propage ensuite, avec une vitesse de 30 mètres par seconde, tout le long du cordon nerveux jusqu'au cerveau en passant, s'il le faut, par la moelle épinière. C'est donc une marche inverse de celle qui précède les contractions musculaires ; mais elle ne se fait pas sur les mêmes nerfs. Des physiologistes distingués croient que cet ébranlement n'admet que des variations d'intensité ; il aurait la même nature sur tous les nerfs qu'il parcourt, quoiqu'il doive, suivant les cas, aboutir à une sensation de lumière, de son, d'odeur, etc. Cette opinion, qui n'est pas démontrée, est cependant très probable, et l'on verra bientôt qu'elle se prête fort bien à l'explication des faits.

Tant que l'excitation parcourt les nerfs sous forme d'ébranlement, elle échappe complètement à la connais-

sance de l'agent volontaire ; ce n'est qu'en arrivant au cerveau qu'elle entre dans son domaine ; encore faut-il que la volonté lui applique alors ce que, sans rien préjuger, on peut bien considérer comme une sorte de réaction. C'est cette réaction que l'on appelle l'*attention*.

L'attention est un phénomène composé d'une partie réellement mécanique et d'une partie purement psychologique. C'est dans la première que s'appliquent les forces volontaires. Plusieurs expériences permettent de l'affirmer ; nous n'en citerons qu'une, tout à fait concluante, qui a l'avantage de pouvoir être aisément répétée par tout le monde, sans le secours d'aucun appareil spécial. Choisissez une heure et une chambre où le silence ne risque pas d'être troublé par les bruits du dehors ; suspendez votre montre à l'un des murs, et reculez ensuite jusqu'à une distance où le tic tac n'est plus que très difficilement perceptible. Prêtez attentivement l'oreille à ce tic tac. Au bout de quelques instants vous remarquerez que son intensité baisse, et bientôt après vous ne l'entendrez plus. Puis vous l'entendrez de nouveau pendant quelque temps, et ensuite il s'éteindra une seconde fois, et ainsi de suite. Vous pourriez croire que ces alternatives sont causées par des variations dans l'intensité objective du bruit ; mais il suffit de vous adjoindre un second observateur pour vous convaincre qu'il n'en est rien. Celui-ci en effet aura aussi ses intervalles de silence apparent, mais ils ne coïncideront pas avec les vôtres. Il ne s'agit donc pas de silence, mais plutôt de surdité ; vous vous trouvez, par le fait de l'attention excessive, frappé d'insensibilité intermittente. Tel est le fait d'expérience ; quelle en est l'explication ? On sait que parfois l'on n'entend pas des bruits très faibles, uniquement parce qu'on n'y prête pas attention ; quand on le veut, ces bruits deviennent perceptibles ; mais ici rien de semblable, car la conscience témoigne que votre attention est continue et ne se relâche point. La seule raison que l'on puisse assigner, c'est la fatigue résultant de cette attention, fatigue dont la conscience témoigne

également. Or la fatigue n'est, comme nous l'avons dit, qu'une détérioration temporaire de l'organe, causée par un fonctionnement excessif, c'est-à-dire, par une application exagérée des forces qui l'actionnent. Évidemment, dans le cas actuel, cette exagération ne peut être imputée à l'excitation extérieure, puisque le tic tac peut à peine ébranler votre nerf acoustique. On ne peut pas non plus en accuser les forces physico-chimiques de l'organisme, que rien dans cette expérience ne paraît devoir troubler. Il ne reste donc qu'à l'attribuer aux forces volontaires que vous appliquez pendant le phénomène de l'attention. Le tic tac ébranle faiblement le nerf et, bientôt après, quelques cellules du cerveau. Vous intervenez alors en appliquant aux cellules ébranlées des forces volontaires probablement fort supérieures à celles qu'y applique l'ébranlement ; le travail qui en résulte finit par *fatiguer* quelque peu ces cellules ; c'est-à-dire, par augmenter leur résistance à l'ébranlement. En conséquence elles cessent de fonctionner et *se reposent*, c'est-à-dire, se débarrassent des obstacles qui arrêtaient leur fonctionnement, et par là même la sensibilité reparaît. Cette explication manque sans doute de précision, parce que nous ignorons complètement les détails de ces phénomènes mécaniques ; mais nous ne pensons pas que l'expérience décrite plus haut admette une autre interprétation. Il s'ensuit donc que les forces volontaires jouent leur rôle dans la sensation comme dans les mouvements musculaires.

L'attention se compose en outre d'un élément purement psychologique, distinct de l'intervention indispensable de la volonté dans l'application des forces volontaires, distinct aussi de la conscience que nous avons de nos actes. Elle est inséparablement unie au jugement que nous portons, à la connaissance que nous acquérons du phénomène excitateur. La preuve en est dans les conditions qui seules nous permettent de prêter attention simultanément à plusieurs excitations différentes. On connaît le proverbe : *Pluribus*

intentus minor est ad singula sensus. On sait assez que l'attention s'affaiblit en se divisant, que souvent même la division est impossible.

Si, par exemple, vous regardez dans un stéréoscope, à droite la photographie d'un monument, à gauche un fragment d'une page imprimée, malgré la longue habitude que vous avez acquise de prêter attention en même temps aux excitations reçues dans les deux yeux, il vous sera impossible de bien voir simultanément les deux objets ; quand vous voudrez lire les caractères, le monument disparaîtra ; quand vous voudrez reconnaître la forme du monument, les caractères s'effaceront. L'une des deux sensations s'évanouit, malgré la persévérance de l'excitation, parce que l'attention lui fait défaut. La seule condition qui permette de partager l'attention sans la détruire au moins en partie, est que les diverses excitations simultanées puissent être toutes rapportées à un même objet de connaissance. Ainsi l'accompagnateur peut suivre en même temps les notes écrites sur le papier, les mouvements de ses dix doigts sur le clavier, les sons du piano et la voix du chanteur. Tout cela, malgré la diversité des organes intéressés, forme un objet unique pour sa connaissance ; mais si, pendant qu'il joue, on chante auprès de lui un autre morceau, le chant ne sera pas entendu ou son jeu sera compromis. Et pourtant les conditions imposées aux forces volontaires, comme aux forces atomiques, semblent bien identiques dans les deux cas. Ce n'est donc pas dans le phénomène matériel, c'est dans la connaissance que l'attention trouve l'unité sans laquelle elle ne peut se soutenir. Elle renferme donc, outre un élément à la fois matériel et volontaire, un autre élément purement psychologique, essentiellement lié à la faculté de connaître.

La *connaissance* des phénomènes extérieurs, résultat de l'attention jointe à l'excitation , s'explique aisément , dans cette théorie, par la connaissance que l'agent volontaire a naturellement de ses propres actions. En effet, dans l'at-

tention, nous n'appliquons pas nos forces volontaires à des atomes libres de toute autre influence, mais à des atomes que les phénomènes extérieurs viennent ébranler, qui se prêtent à notre action avec plus ou moins de facilité, qui la secondent ou lui résistent, suivant la distribution et l'intensité de ces ébranlements. Il s'ensuit que nous varions nos efforts suivant ces concours et ces résistances, c'est-à-dire, suivant les phénomènes extérieurs, et par là même nous obtenons la connaissance de ceux-ci puisque nos efforts nous sont naturellement connus. Nous ne voulons pas insister sur la portée philosophique de cette explication si simple, ni demander ce que le recours aux solutions singulières pourrait lui substituer. Nous rappellerons seulement qu'elle dégage suffisamment une promesse faite plus haut, au chapitre IV (1), dans l'exposition de la théorie atomique.

Mais, en revanche, cette théorie n'est-elle pas trop simple pour rendre compte de la grande variété de nos sensations ? A quoi pourrait-elle, en particulier, attribuer ces impressions *sui generis* que nous traduisons dans le langage par les mots : couleurs, sons, goûts, odeurs, etc., surtout si, ce qui est fort probable, tous les ébranlements qui parcourent les nerfs sont de même nature et n'admettent que des différences d'intensité ?

Il nous semble qu'elle a deux moyens d'expliquer cette diversité. D'abord l'expérience a montré que chaque nerf sensitif détermine toujours le même genre de sensation, quelle que soit la manière dont il est excité. Le nerf optique, par exemple, cause toujours une sensation lumineuse, qu'on l'excite par la lumière, par un courant électrique, par un choc, ou même par une simple pression. Il suffirait donc, pour distinguer les unes des autres les classes de sensations, que les classes correspondantes de nerfs aboutissent à des régions distinctes dans le cerveau. L'agent vo-

(1) *Revue des questions scientifiques*, juillet 1877, p. 252.

lontaire aurait dans cette distribution tout ce qu'il faut pour ne jamais confondre l'une avec l'autre. Mais de plus, il est aussi probable que les fibres nerveuses ne viennent pas toutes aboutir, dans le cerveau, à des appareils cellulaires uniformes. La diversité de ces appareils, les particularités qu'ils imposeraient aux forces volontaires dans l'attention, expliqueraient probablement les différences d'impressions constatées par la conscience.

Il nous reste à combler quelques lacunes de l'exposition qui précède. La plus importante est la question de la liberté de l'agent dans l'exercice de ses forces volontaires. Pour la production du mouvement musculaire, la conscience semble bien dire que la liberté est entière ; en ce sens que l'agent n'est jamais forcé de les exercer, et qu'il peut le faire à tel moment et dans telle mesure qu'il lui plait. La seule restriction serait que l'intensité de ces forces est limitée ; car l'énergie extraordinaire que, dans certains moments d'exaltation mentale, elles parviennent à dégager, semble bien indiquer que leur limite ordinaire ne tient pas à une incapacité de l'organisme. Mais pour la sensation la liberté n'est plus la même. Toute excitation un peu vive s'impose à l'attention, témoin les sensations douloureuses ; et par conséquent l'exercice des forces volontaires n'est plus complètement libre. Dans d'autres cas, au contraire, nous supprimons arbitrairement des sensations, en fixant notre attention sur d'autres phénomènes. Essayons d'apercevoir les limites de la liberté et la raison mécanique de leur existence.

Pour fonctionner régulièrement, l'organisme doit être maintenu dans certaines conditions que la physiologie et la pathologie parviennent à déterminer plus ou moins bien, mais dont elles mettent du moins l'existence hors de doute. Le cerveau, dont le rôle est si délicat et si compliqué, est plus que tout autre organe soumis à cette loi. Les phénomènes extérieurs qui viennent y retentir, y produisent des

altérations, mais ne le mettent pas nécessairement hors des conditions de bon fonctionnement. Comme tout organe utile, il possède une certaine élasticité; et l'on peut concevoir deux états limites entre lesquels il oscillerait sans inconvénient, mais dont il ne pourrait sortir sans devenir plus ou moins incapable de faire son service. Ces deux limites seraient en même temps, croyons-nous, celles que la nature impose à notre liberté. Elle nous obligerait à réagir contre toute excitation extérieure tendant à les franchir, elle nous laisserait libres dans les autres cas. Loi conservatrice à laquelle nous nous soumettons volontiers et naturellement, malgré la restriction qu'elle apporte à notre liberté, et qui, par conséquent, n'empêche pas nos actions d'être volontaires.

Telle serait l'explication des cas où l'attention nous est physiquement imposée. Pour les excitations modérées qui n'atteignent pas les limites, il n'en est plus de même, et chacun sait que souvent l'attention ne s'applique pas, puisque les excitations nous échappent complètement. Mais il faut signaler un fait important, qui explique la facilité avec laquelle nous pouvons souvent transférer l'attention parfaitement consciente d'un objet à un autre. C'est une sorte d'attention générale, très faible, dont nous n'avons qu'une conscience obscure, et que nous appliquons simultanément à la plupart des excitations modérées qui nous arrivent sans cesse. Nous pouvons le reconnaître en détail chaque fois que nous réfléchissons à un déplacement d'attention produit en nous sans cause extérieure apparente. Parfois aussi nous en sommes avertis par une sorte de soubresaut, lorsqu'une excitation continue, uniforme, qui était pour nous comme non avenue, vient à cesser brusquement. Nous figurons-nous, par exemple, l'effet que produirait sur nous le remplacement instantané du bourdonnement diurne d'une grande ville par le silence nocturne de la campagne? Je me rappellerai toujours l'impression sinistre que me causa un jour ce phénomène. C'était le 16 mars 1869, à

3 h. 40 après midi ; 28 kilogrammes de picrate de potasse venaient d'éclater près de la Sorbonne, ébranlant tout un quartier de Paris. A la distance d'environ 600 mètres où je me trouvais alors dans ma chambre, fenêtres ouvertes, la détonation, interceptée par les maisons, ne me parut pas bien forte, et il me sembla que les passants ne l'avaient guère remarquée. Mais dans l'aire assez étendue où elle faisait de nombreuses victimes, où elle brisait toutes les vitres, où elle semait l'épouvante, elle dut arrêter presque aussitôt, et pour cinq ou six secondes, toutes les conversations, tous les cris, tous les bruits de voitures ; et, aux confins de cette aire, bien que la détonation affaiblie m'eût laissé parfaitement calme, la soudaine cessation d'un bourdonnement qui ne me frappait pas, dont j'ignorais l'existence, me fit immédiatement participer à l'effroi général. Ce bourdonnement n'était donc pas entièrement perdu pour moi, sinon sa suppression m'eût laissé indifférent ; j'y prêtais donc une certaine attention, très faible, presque inconsciente, mais nécessairement réelle.

L'attention générale se compose sans doute, elle aussi, des deux éléments, mécanique et psychologique, signalés plus haut. Nous croyons apercevoir un témoignage du premier dans l'illusion suivante : vous lisez attentivement auprès d'une pendule dont le balancier bat fortement la seconde ; au bout de quelque temps vous n'entendrez plus ce bruit ; mais supposez qu'il vienne à s'arrêter, non seulement vous le saurez aussitôt, mais vous ne manquerez pas de croire que vous veniez précisément de faire attention aux trois ou quatre derniers battements. Cette illusion n'est-elle pas un effet naturel de la secousse mécanique que vous éprouvez en prolongeant quelques instants de trop l'action de vos forces volontaires, secousse qui vous fait croire à une application aussi forte que pour une attention parfaitement consciente ? Quant à l'élément psychologique, nous en voyons la preuve dans des faits comme celui-ci : vous lisez un journal en pensant fortement à tout autre

chose, vous pouvez ainsi lire une colonne entière sans qu'il vous soit possible de dire ensuite de quoi il s'agissait ; mais supposez que, dans une de ces lignes que vous parcourez, votre propre nom vienne à frapper votre œil, à l'instant même la distraction cesse, et l'attention consciente reparaît. Impossible d'attribuer cet effet à l'excitation extérieure ou à la réaction mécanique des forces volontaires ; c'est évidemment à la pensée seule, à la connaissance qu'on peut en demander l'explication. Elle intervient donc aussi comme élément dans l'attention générale. L'un et l'autre élément peuvent d'ailleurs s'affaiblir ou même disparaître dans certains états de l'organisme, tels que le sommeil, l'anesthésie, l'extase, etc.

Nous n'avons rien dit jusqu'ici d'un fait, observé et plus ou moins étudié depuis longtemps, mais dont la loi n'a été généralisée et bien reconnue que depuis quelques années. Les excitations ont une limite inférieure d'intensité au-dessous de laquelle, malgré toute l'attention possible, on ne peut les sentir. De plus, pour qu'une différence d'intensité entre deux excitations semblables devienne perceptible, cette différence doit être proportionnellement d'autant plus grande que les excitations elles-mêmes sont plus intenses. En langage mathématique, on dit que la sensation est proportionnelle au logarithme de l'excitation. Nous n'avons pas ici à critiquer cette loi ; mais nous devons montrer qu'elle se concilie aisément avec la théorie exposée plus haut. Or que dit-elle, sinon que les ébranlements venus de l'extérieur rencontrent toujours dans le cerveau une certaine résistance passive, et que cette résistance croît proportionnellement à l'excitation ? Eh bien ! ce que nous avons dit plus haut de la *fatigue*, nous préparait à ce résultat. La fatigue, en effet, au point de vue de l'application de forces mécaniques, n'est autre chose qu'une résistance passive, créée dans l'organe par l'action même de ces forces. Dès lors il est naturel qu'il y en ait toujours une certaine quantité, produite par l'ensem-

ble des faibles excitations auxquelles le cerveau est continuellement soumis, et que, dans chaque région, elle croisse proportionnellement à la cause qui l'engendre. Il s'ensuit que les forces volontaires de l'attention ne sont pas exactement mesurées par les excitations mêmes ; l'exactitude est troublée par l'appoint que les résistances passives apportent suivant les cas aux unes ou aux autres.

Peut-on de même entrevoir la raison mécanique de la différence entre les sensations agréables et les sensations pénibles ? On serait bien porté à croire que les premières doivent correspondre aux excitations qui, en somme, viennent en aide aux forces volontaires, les secondes à celles qui leur résistent. Citons quelques faits qui paraissent appuyer cette conjecture : L'habitude finit souvent par rendre agréables des excitations qui, d'abord, étaient tout le contraire, mais aussi le propre de l'habitude est de diminuer les obstacles et de faciliter l'action des forces appliquées à l'organisme ; la fatigue, quand elle se fait sentir, est toujours pénible, c'est aussi toujours une résistance ; toute excitation excessive est pénible, mais aussi en supprimant, comme nous l'avons dit, la liberté de l'attention, elle entre nécessairement en conflit avec les forces volontaires.

Sans doute, ces arguments ne sont pas bien serrés, et la thèse elle-même est bien vague ; mais il n'en saurait être autrement dans une théorie mécanique qui ne se compose encore que de généralités, à laquelle l'expérience n'a encore fourni aucune loi spéciale, et pour laquelle l'observation n'a encore mesuré aucune grandeur. Sortira-t-elle bientôt de cette période embryonnaire ? Nous le souhaitons, sans oser l'espérer.

I. Carbonnelle S. J.

(La suite prochainement)

LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

D'OBSERVATION

ET LA QUESTION SOCIALE EN OCCIDENT

---

1. La science sociale peut être considérée comme une science d'observation.

L'ensemble de connaissances que l'on désigne sous le nom de *Science sociale* s'est constitué depuis assez peu de temps en un corps de doctrines scientifique. L'origine de cette nouvelle science ne remonte guère à plus d'un siècle et elle parcourt encore la période de ses débuts. On dit volontiers que son apparition est une des phases du développement de l'esprit humain ; qu'elle avait son heure marquée dans la série progressante des connaissances humaines. Certaines personnes pensent même qu'elle est appelée à conduire les sociétés vers un avenir de bonheur sans exemple dans le passé.

Cependant il est juste de remarquer qu'il existe des sociétés depuis près de soixante siècles. Plusieurs ont laissé dans l'histoire des souvenirs que la postérité respecte ou glorifie. Il en est d'autres qui, sans jeter un aussi vif éclat, offrent depuis plus de quarante siècles le modèle d'une prospérité modeste mais continue. L'art d'organiser les sociétés

et de les conduire à leur but, qui est de rendre les hommes heureux, est donc loin d'être nouveau dans ce monde. En cette matière la pratique a de beaucoup devancé la théorie. Il existe donc une longue série de faits sociaux dont l'histoire garde les traces et qui se lient par une filiation incontestable avec ceux du temps actuel. C'est là un trésor précieux d'expérience séculaire, d'essais et de tentatives pratiques de tout genre. Peu de sciences ont l'heureux privilège de pouvoir s'appuyer sur une expérimentation aussi longue et sur un aussi grand nombre de faits.

Négliger le témoignage de ces faits, pour s'attacher surtout à découvrir de nouveaux principes, de nouvelles formules, comme on dit, applicables à l'organisation des sociétés ; c'est une entreprise peu conforme aux exemples que donnent les sciences les plus fécondes en succès. Elle a néanmoins séduit un grand nombre d'esprits, parmi ceux qui, depuis quatre-vingts ans surtout, s'adonnent à l'étude des questions sociales. On a pu nommer assez justement *méthode d'invention* cette façon de conduire son esprit pour arriver à la vérité en matière sociale. On peut affirmer que les savants qui ont suivi une pareille voie sont en opposition formelle avec les règles aujourd'hui bien connues de l'admirable méthode d'observation qui a conduit les sciences physiques et naturelles à tant de précieuses découvertes. Pendant que se poursuivaient ces travaux d'après la méthode d'invention, un savant, dressé à la culture des sciences physiques et naturelles, s'est occupé d'appliquer leur méthode si sûre à l'étude des faits sociaux. Il a patiemment accompli son œuvre pendant un demi-siècle. Je me propose d'en parler dans cette Revue.

M. Le Play, inspecteur général au corps national de mines de France, a commencé ses travaux de science sociale en 1829. Pendant trente années il a voyagé, pour les continuer, dans toutes les parties de l'Europe. Dans cette longue enquête directe des faits sociaux contemporains, il s'est créé une méthode d'observation chaque jour perfec-

tionnée sous le contrôle de la pratique. Le premier résultat de ces longs travaux fut la publication, en 1855, d'un ouvrage intitulé *Les ouvriers européens*. C'était avant tout l'exposé de la méthode d'observation éprouvée par une expérience de vingt-cinq années, et il offrait comme spécimens, trente-six *monographies* de familles appartenant aux principales contrées de l'Europe, décrites par cette méthode.

Cet ouvrage, couronné par l'Académie des sciences de Paris, inaugura une série de livres et d'opuscules (1), où, depuis un nouveau quart de siècle, se révèlent de plus en plus nettement les résultats de cette méthode d'enquête sociale. Celui qui écrit le présent article fait partie d'un groupe d'observateurs dressés par M. Le Play à la pratique de la méthode d'observation ; il a l'honneur d'être associé, depuis vingt-trois ans, aux travaux de l'auteur des *Ouvriers européens*. C'est son seul titre auprès du lecteur pour solliciter sa bienveillante attention.

Les travaux dont je vais faire connaître quelques parties ont été obstinément suivis pendant un demi-siècle, en même temps que l'immense majorité des contemporains s'adonnait, avec un confiant entraînement, à l'esprit d'innovation. Les systèmes conçus *à priori*, les doctrines théoriques surgissaient de toutes parts. Les lois, sous l'impulsion de ces idées, tendaient à détruire les coutumes, au lieu de les consacrer en les réformant au besoin. Le dédain du passé formait des générations, instruites à le décrier sans le connaître et sans l'étudier. Cet état de choses dure encore. Tel est le courant d'opinion que l'auteur des *Ouvriers européens* n'a pas craint de remonter, en invoquant, pour justifier son entreprise et sa ténacité, les véritables règles

(1) *La Réforme sociale en France*, 1864. — *L'Organisation du travail*, 1870. — *L'Organisation de la famille*, 1871. — *La Paix sociale*, 1871. — *Correspondances sur l'Union de la paix sociale*, série de brochures qui se continue encore. — *La Réforme en Europe et le salut en France*, 1877. — *La Constitution de l'Angleterre*, 1877. — *Les Ouvriers européens*, 2e édition, remaniée et augmentée par l'auteur, 1874 à 1879.

de la méthode d'observation mise en pratique dans les sciences physiques et naturelles.

Ainsi, entre M. Le Play et les autres personnes qui se sont vouées à l'étude de la science sociale, il existe, avant tout, une différence de méthode. Le premier ne se préoccupe pas plus d'idées préconçues que ne le fait un physicien, un chimiste, lorsqu'il commence une série de recherches sur un sujet donné. Il n'a qu'un souci, c'est de demeurer en tous points fidèle à la méthode qu'il a reconnue la meilleure pour le conduire à la vérité. Que sera cette vérité ? Il n'a pas à s'en préoccuper, ni au début, ni au terme de ses recherches. Elle existe indépendamment de toute préoccupation de sa part. Il ne s'agit que de la connaître avec certitude. Dans cet ordre d'idées, la méthode est la grande question. Ses travaux et ceux des amis qui se sont groupés autour de lui se composent donc uniquement de deux choses : une méthode pour étudier les faits sociaux et un exposé des résultats auxquels a déjà conduit, après cinquante ans, l'application de cette méthode.

La plupart des hommes qui s'occupent aujourd'hui de science sociale ont aussi la prétention de procéder comme on procède dans les sciences physiques, chimiques et naturelles. Pour juger s'ils ne se font pas illusion, il faut entrer dans d'assez longs développements qui nous conduiront à décrire ensuite la méthode indiquée et suivie dans l'ouvrage des *Ouvriers européens*.

2. Le contraste des succès et des insuccès dans l'occident de l'Europe.

L'étude comparative de l'organisation sociale des peuples de l'Europe a conduit l'auteur de l'ouvrage qui vient d'être nommé à partager l'Europe en trois régions : l'*Orient* comprenant, d'une façon générale, la Russie, l'empire ottoman, la Grèce, les petits états slaves de la vallée du Bas-Danube et les provinces non allemandes de

l'empire austro-hongrois; le *Nord*, renfermant les états Scandinaves, le Danemark, les provinces allemandes des bords de la Baltique (Prusse proprement dite, Poméranie, Mecklenbourg, Holstein et Sleswig, Hanovre, Brunswick, la majeure partie de la Westphalie), le royaume néerlandais et les Iles Britanniques; enfin l'*Occident* composé du reste de l'Europe : Brandebourg, Silésie, Saxe royale et Saxe ducale, sud de la Westphalie, Prusse rhénane, états de l'Allemagne du sud, provinces allemandes de l'Autriche-Hongrie, Suisse, Belgique, France, Italie, Espagne et Portugal.

Les territoires de cette région de l'Occident sont bien restreints si on les compare au reste des terres habitables; ils en représentent au plus la soixante-cinquième partie. Mais dans ce coin du globe se sont accumulées des races qui exercent depuis longtemps une action prépondérante sur le reste de l'humanité. Il semble que cette prépondérance devrait avoir pour raison d'être une supériorité manifeste. S'il en a été ainsi à certaines époques, les choses se sont modifiées aujourd'hui. Lorsqu'on étudie la situation présente de ces races privilégiées, on y constate, sans aucune hésitation, un singulier mélange de grandeurs et de misères. Des signes éclatants de prospérité matérielle y coïncident avec des symptômes évidents de souffrance morale. Tandis que, par une succession inouïe de découvertes, les Européens de l'Occident étendent de plus en plus leur puissance sur les phénomènes naturels et leur action sur les lieux mêmes qu'ils habitent; ils montrent une singulière impuissance à maintenir, au milieu de leurs sociétés, la bonne harmonie, la stabilité matérielle et la sécurité des existences.

Ce contraste remarquable explique bien comment, parmi les esprits les plus éminents, le siècle actuel compte des panégyristes enthousiastes et sincères, aussi bien que des détracteurs implacables et convaincus.

Les premiers fondent leur admiration légitime sur des

inventions merveilleuses se succédant en moins d'un siècle. Une nouvelle force motrice, la vapeur, mise en œuvre, disciplinée et appliquée aux usages les plus variés. Des engins mécaniques, d'une puissance colossale, d'une précision exquise, d'une adresse inespérée, utilisant cette force motrice dans toutes les branches où s'exerce l'industrie de l'homme. Les distances abrégées, dans la proportion de 3 à 1, par les chemins de fer, par les bateaux à vapeur. La pensée transmise en quelques instants à travers des espaces de plusieurs centaines de lieues. La voix elle-même se répétant d'une ville à une autre, comme au coin d'un foyer. La lumière du soleil assujettie à graver, en un instant, sur le papier, la pierre ou le métal, des images fidèles et complètes de tout ce qu'elle a éclairé. L'électricité rivalisant avec le fondeur pour l'élaboration des métaux, avec les astres eux-mêmes pour l'éclairage nocturne des cités. Voilà certes, sans aller plus loin, et en négligeant bien d'autres conquêtes, voilà une magnifique série de succès éclatants, tels qu'aucun autre siècle n'en avait montré jusqu'ici.

Mais, d'autre part, tant de triomphes sur la nature n'ont qu'imparfaitement contribué au bonheur de tous. Sans contester que la condition des divers membres de nos sociétés de l'Occident ne se soit améliorée sur divers points de détail, il est facile de signaler, dans ces sociétés, un grave état de souffrance.

En accroissant leur puissance matérielle, elles n'ont pas réussi à conserver les biens les plus précieux que l'état social puisse assurer, c'est-à-dire la bonne harmonie et la sécurité. Les discordes qui les agitent s'aggravent plutôt qu'elles ne tendent à se calmer. La sécurité du lendemain, si chère aux classes les plus nombreuses et les moins fortunées, diminue de plus en plus, pour faire place à des alternatives capricieuses d'abondance inattendue et de détresse que rien ne permet de prévoir ni de conjurer. Tandis que la richesse publique se développe, les angoisses du dénuement jettent le désespoir dans bien des foyers, et suscitent

au cœur des misérables d'envieuses convoitises et d'implacables haines. Aux sentiments de concorde et d'union, se substitue de plus en plus un individualisme égoïste, jaloux de ses droits, peu soucieux de ses devoirs, peu tolérant des droits d'autrui. Les rapports sociaux tendent à se constituer sur le pied de guerre. A la coalition des maîtres répond la grève des ouvriers. Aux enseignements de l'expérience paternelle, les enfants opposent leur droit à l'indépendance et les instincts de justice et de progrès, dont on leur affirme qu'ils sont doués en naissant. L'influence des supériorités sociales est paralysée par une défiance jalouse de la part de ceux-là même qui en signalent amèrement l'inefficacité.

Tel est ce contraste singulier par lequel les races de l'Europe occidentale offrent aux peuples étonnés le spectacle grandiose d'une richesse et d'une puissance merveilleuses, d'un magnifique développement des sciences, des lettres et des arts, en même temps que les déplorables péripéties de rivalités acharnées, de guerres toujours renaissantes et de dissensions civiles de plus en plus envenimées.

3. Personne en Occident ne conteste l'état actuel de souffrance.

Au milieu de la diversité des opinions qui crée de si profondes divisions parmi les Européens de l'Occident, un accord frappant se produit sur le fait même de l'existence du mal. Tous les partis signalent également l'état actuel de souffrance ; tous l'invoquent pour justifier leurs récriminations et leur plan de réforme.

Les défenseurs des coutumes de leur race, les hommes imbus de l'esprit de tradition, se plaisent à décrire ces souffrances comme les conséquences fatales d'innovations imprudentes et systématiques. Les hommes, que l'esprit de nouveauté entraîne loin des voies traditionnelles, font un tout aussi sombre tableau de ces souffrances, et y cherchent

des arguments pour convertir les esprits aux innovations qu'ils préconisent. Quant aux classes inférieures, mécontentes du présent qui leur inflige les maux signalés par les uns et les autres, pressées d'y porter remède et toujours promptes à accepter des espérances à court délai, elles montrent une tendance naturelle à suivre les hommes de nouveauté, jusqu'aux jours où quelque échec éclatant les rejette momentanément vers les hommes de tradition, dont l'impatience de leurs maux ne tarde pas à les détacher de nouveau.

Le mal s'est révélé dès le siècle dernier. C'est lui qui a provoqué cette tendance des esprits d'où sont nés les premiers travaux concernant la science sociale. C'est lui qui a éveillé l'attention des hommes de cette époque sur les conditions de la puissance et de la richesse dans les nations, sur les rapports des hommes dans la hiérarchie sociale, sur les principes généraux des sociétés humaines. Étudier les maux qui les frappent, pour y porter remède, parut une œuvre utile, je dirai même nécessaire. De nobles efforts furent mis au service d'une si belle cause. Mais on ne peut se dissimuler qu'après plus d'un siècle d'études ; après des tentatives de réforme par innovation, souvent accomplies avec une farouche énergie ; après d'audacieuses expérimentations dont on avait vu peu d'exemples jusqu'ici, la souffrance persiste. L'antagonisme entre les classes de citoyens est aussi ardent que jamais. La paix sociale est plus profondément troublée. L'instabilité est devenue le caractère des institutions publiques et privées. Le paupérisme désole, aigrit et pousse à des violences périodiques les classes d'hommes qui exécutent les travaux des arts usuels.

4. Les deux caractères essentiels du mal actuel.

Parmi les nombreux symptômes de l'état de souffrance signalé ci-dessus, il en est deux qui doivent surtout fixer l'attention.

Ces sociétés brillantes, si habiles à conquérir la puissance, la richesse, si vivement éprises des cultures intellectuelles de tout genre, s'agitent dans des guerres internationales aussi bien que dans des guerres civiles sans cesse renaissantes. La paix elle-même ne les exempte plus de rester sur le pied de guerre. L'apaisement temporaire des troubles civils ne permet plus de désarmer les agents de la force publique. Cet ensemble de faits constitue le premier symptôme essentiel du mal actuel ; c'est l'*antagonisme* des classes d'une même société et des nations d'une même région.

Quant au second symptôme, il se manifeste par les changements profonds accomplis dans les sociétés et dans le concert des peuples européens, sans que cette fatale mobilité des hommes et des choses s'épuise ou s'atténue. Ce second symptôme, c'est l'*instabilité* dans les institutions et dans les personnes. Je n'hésite pas à reproduire ici les termes dans lesquels l'auteur des *Ouvriers européens* et de la *Réforme sociale* a décrit ces deux caractères essentiels.

« Parmi les désordres sociaux que la réforme doit combattre, dit-il, j'en citerai deux qui, jusqu'à présent, n'avaient point été réunis en France avec des caractères aussi graves. Ces vices existaient à peine sous les derniers Valois, au moment où éclatèrent nos guerres de religion : ils étaient encore peu développés au XVIIe siècle ; ils ne prirent tout leur accroissement qu'à la suite du règne de Louis XIV. On ne les rencontre plus chez certains peuples, chez les Anglais, par exemple, qui, après en avoir cruellement souffert autrefois, nous disputent aujourd'hui la prééminence.

» Le vice le plus redoutable, parce qu'il est le précurseur habituel de la ruine des empires, est l'*antagonisme* qui divise notre société en plusieurs camps ennemis.

» La lutte que je signale, poursuit l'auteur, n'est pas celle qui s'est souvent élevée, pour des questions ou des principes accessoires, entre les grandes individualités et

les diverses classes dirigeantes : elle n'agite pas seulement, comme autrefois, de loin en loin, l'État ou la Province; elle sévit en permanence dans la Commune, dans l'Atelier et dans la Famille. Beaucoup de personnes qui seraient en situation de prendre charge du gouvernement local, refusent de remplir ce devoir sous une souveraineté qui n'a pas leur sympathie : loin d'inculquer le respect de l'autorité à leurs subordonnés, elles les associent à leurs passions et à leurs rancunes, au risque d'ébranler l'ordre social. Les patrons et les ouvriers, attachés aux mêmes entreprises agricoles ou manufacturières, perdent le sentiment de la solidarité qui devrait les unir : ils croient avoir des intérêts opposés, et ils s'affranchissent de leurs devoirs mutuels d'affection et de respect. Enfin les jeunes générations, rebelles à l'autorité des parents et des vieillards, se soustraient de plus en plus aux salutaires prescriptions de la coutume.

» Toutes ces tendances offrent de grands dangers ; en se propageant davantage, elles détruiraient l'esprit national, ce précieux héritage que nous devons au génie de nos pères (1). »

Quelles que soient les préoccupations inspirées par les luttes des partis, il me semble difficile de contester les traits du tableau qui précède.

Voyons maintenant, selon le même auteur, le second caractère de notre état de souffrance.

« Le second vice dont nous souffrons, nous dit-il, est l'*instabilité* des hommes et des choses, symptôme encore plus apparent de la maladie des nations. Personne n'ignore les désordres que ce mal déchaîne de loin en loin dans la vie politique ; mais on n'aperçoit point assez ceux qu'il introduit chaque jour dans la vie privée, et notamment dans les régimes de la propriété, de la famille et du travail. Cette instabilité est un grave sujet

(1) *La Réforme sociale en France*, § 1er.

d'inquiétude ; car elle s'est développée chez nous pendant les deux derniers siècles, justement à l'époque où, chez les Anglais, nos émules, les situations privées et les pouvoirs publics devenaient, à chaque nouvelle génération, plus fermes et plus stables.

» Tandis qu'autrefois la France trouvait dans le jeu régulier de ses institutions le moyen de se relever des plus grands désastres, elle ne réussit point aujourd'hui, même au milieu de la prospérité, à se garantir des révolutions. La paix publique qui fut, durant tant de siècles, à peu près indépendante de la personne du souverain, a dû, depuis 1789, être deux fois rétablie par l'intervention momentanée d'un dictateur.

» Les Français ne savent plus ni repousser les abus par la force de la tradition, ni s'y soustraire par d'intelligentes réformes. Dans leur attitude devant l'autorité, ils ne connaissent, pour ainsi dire, plus de milieu entre la soumission passive et la révolte. Ils ont rejeté les anciennes habitudes de respect et d'indépendance dont s'honorent plus que jamais leurs rivaux ; et ils semblent avoir perdu toute initiative en détruisant les coutumes et les mœurs que ces derniers conservent avec prédilection. C'est en vain qu'ils cherchent à fonder sur les ruines du passé un régime qui rallie tous les hommes de bien : chaque constitution nouvelle soulève invariablement les mêmes haines et les mêmes attaques ; et tous ces efforts ont abouti à changer violemment, onze fois depuis trois quarts de siècle, le principe de la constitution ou le personnel du gouvernement.

» Cet antagonisme et cette instabilité désorganisent sans relâche les existences privées et les pouvoirs publics (1). »

(1) *La Réforme sociale en France*, § 1er.

5. L'accord n'existe pas sur les causes du mal, ni sur les moyens de guérison.

Ces insuccès manifestes des efforts tentés depuis quatre-vingt-dix ans pour rétablir la paix sociale, ont, il faut le reconnaître, éclairé peu d'esprits.

Les hommes de tradition, qu'alarmaient dès l'abord les nouveautés, ont vu dans ces résultats, qu'ils déplorent d'ailleurs et dont ils souffrent comme tous leurs contemporains, un triomphe pour la justesse de leurs prévisions. Alors ils se sont rejetés avec passion vers l'ancien état de choses ; ils l'ont glorifié aveuglément. Ils ont cru servir la cause du bien en consacrant tous leurs efforts à provoquer la restauration à peu près complète du passé. Cependant il est facile de remarquer que la crise, où se débat la société française, est née sous le règne de ces mêmes institutions traditionnelles, et que n'ayant pu l'empêcher de se produire, elles seront certainement impuissantes à y mettre un terme. Tout n'est donc pas bon à restaurer dans ces coutumes et ces mœurs chères aux hommes de tradition. Cet attachement exclusif s'explique par le souvenir des époques antérieures de prospérité, qui recommandent le passé de la race française et témoignent en faveur du régime sous lequel ont longtemps vécu nos pères. Mais il importe de ne pas vouer aux institutions nationales traditionnelles un amour aveugle et systématique. Ce qui semble juste c'est de rechercher ce qu'elles ont renfermé d'efficace et de salutaire, aux époques où elles ont produit la prospérité. C'est à cela seulement qu'il y a lieu de s'attacher. Il est indispensable en même temps de découvrir par quelles atteintes de corruption elles ont perdu cette bienfaisante efficacité. Il faut d'ailleurs tenir compte de certaines nouveautés essentielles. Des modifications récentes dans les conditions du travail ont suscité de plus grandes difficultés sociales, au moment même où les institutions traditionnel-

les, altérées par la corruption née de leurs succès, devenaient moins capables de les résoudre. Il y a donc une part à faire à ces nouveautés survenues dans la nature des choses. L'application des vérités traditionnelles, d'où peut renaître la paix sociale, comporte certaines modifications de forme qu'il ne faut pas méconnaître.

En un mot, les hommes de tradition ne sauraient faire consister la réforme dans la restauration pure et simple des institutions du passé. Leur tâche est beaucoup plus compliquée. Elle exige plus de travail et de discernement. S'il faut demander au passé le remède des maux actuels, c'est en cherchant à y distinguer avec certitude les causes qui ont produit le bien, et en écartant avec soin toutes les causes d'où sont sorties les souffrances. Cette étude peut seule donner une notion exacte de la *réforme*, c'est-à-dire des mesures propres à ramener le règne de la paix sociale. Cette étude est le premier devoir des hommes demeurés fidèles à l'esprit de tradition.

Quant aux hommes de nouveauté, loin d'être découragés par quatre-vingt-dix ans d'essais infructueux ; loin de s'effrayer d'avoir vu, dans cette courte période, une société en souffrance changer onze fois l'organisation et le personnel du gouvernement central ; ils continuent avec plus d'ardeur leur œuvre d'innovations. Si le malade n'est pas guéri ; s'il ne va pas mieux, c'est que le remède n'a pas encore eu le temps d'agir ou n'a pas encore été appliqué à dose suffisante. La société française, suivant leur opinion, marche par une transition pénible vers un avenir meilleur qu'aucun des âges de son long passé. Les maux présents sont représentés comme le prix nécessaire des bienfaits de l'avenir ; ce sont les douleurs de l'enfantement. S'il est émis un doute sur les résultats qu'ils attendent de la méthode d'innovation et d'invention, en matière d'organisation sociale, ses partisans rappellent aussitôt la brillante série de découvertes dont cette méthode a doté, depuis un siècle, les sciences physiques et naturelles. Ils affirment, sans

hésiter, que la science sociale est en droit de compter sur les mêmes succès en suivant la même voie.

Cette confiance se lie d'ailleurs à un singulier oubli des procédés rigoureux à l'aide desquels les sciences, dont ils invoquent l'exemple, ont conquis les vérités si fécondes en résultats. Ils ne se font aucun scrupule d'admettre, sans démonstration expérimentale et sans contrôle d'observation, certaines idées conçues *à priori*. Les règles de la méthode scientifique exigeraient incontestablement que ces principes fondamentaux fussent démontrés par l'observation des faits. C'est ce que l'on ne fait pas. On peut citer en première ligne, comme un de ces principes admis sans preuves, l'opinion qui proclame la *Perfection innée de l'homme*. Le plus éloquent promoteur de cette opinion, J. J. Rousseau, l'a prise pour point de départ de tous ses raisonnements, sans avoir jamais essayé d'établir qu'elle était vraie. Personne, après lui, ne s'est montré plus scrupuleux. De ce principe admis *à priori* sont sortis naturellement trois autres dogmes, dont l'influence prédomine aujourd'hui bien que leur exactitude ne repose sur aucune démonstration. Ces trois dogmes préconçus sont : la croyance à la *Liberté systématique*, c'est à-dire, au droit qu'aurait tout homme de se développer libre de toute contrainte, au milieu de la société, pour mieux obéir à ses tendances innées vers le bien ; la croyance à l'*Égalité providentielle*, c'est-à-dire, au droit pour toute créature humaine de ne subir dans la société aucune inégalité, puisque tous les hommes sont également pourvus d'instincts innés vers le bien ; la croyance enfin au *Droit de révolte*, c'est-à-dire, au droit absolu pour tout bon citoyen de se révolter contre les institutions portant atteinte à la Liberté et à l'Égalité, et de les combattre, même par la violence.

Ce n'est pas en procédant de cette manière que les sciences dont on invoque les brillants exemples ont remporté leurs succès. Les époques où elles ont admis, sans démonstration expérimentale, des idées préconcues ou des princi-

pes *à priori* dépourvus du caractère de l'évidence, sont précisément celles où elles sont demeurées stériles. Si l'on se promet en matière sociale des succès analogues à ceux des sciences physiques, il faut au moins essayer de les obtenir par une application rigoureuse de leur méthode. Il faut s'imposer la loi de ne jamais rien admettre comme vrai, qui ne soit complètement démontré par l'observation et l'expérience.

6. La méthode d'invention est stérile pour remédier au mal actuel.

Cette méthode si sûre, qui guide actuellement les physiciens et les chimistes, est-elle destinée, lorsqu'on l'applique à la science sociale à procéder par découvertes de vérités nouvelles et par invention de nouvelles combinaisons pour l'organisation des sociétés ? Il est permis d'en douter. La *méthode d'invention* n'a depuis près d'un siècle donné, en matière de science sociale, aucun résultat pratique. L'auteur des *Ouvriers européens* a très solidement expliqué les causes de cet échec. « Les travaux qui se rattachent aux sciences physiques, dit M. Le Play, convergent tous vers certaines *vérités nouvelles* que le public adopte avec déférence et qu'il applique bientôt à ses besoins. Les innovations qui se font jour, dans le domaine des sciences morales, restent, au contraire, entièrement stériles et elles sont, après une courte période d'agitation ou de scandale, condamnées à l'oubli.

» Tous les peuples civilisés tirent avantage des *inventions* faites dans les sciences physiques ; et sous cette influence ils développent le domaine de l'intelligence, les ressources de l'industrie, le bien-être des populations.

» Mais, malgré de persévérantes recherches, je n'ai pu découvrir en Europe une société qui ait adopté et mis en pratique une seule des doctrines nouvelles à l'aide desquelles on prétend réformer les mœurs. Et si quelque

résultat peut être constaté à la suite des efforts tentés dans cette voie par certains peuples, c'est toujours un affaiblissement des forces productives et une recrudescence de l'antagonisme social. Telle a été, par exemple, en France et en Allemagne, la conséquence des innovations propagées pendant la période qui a précédé les révolutions de 1848.

» On s'explique ces contrastes, lorsqu'on considère les différences radicales qui existent entre les sciences physiques et la morale.

» Le monde physique comprend une multitude d'éléments primordiaux qui se groupent suivant des combinaisons nombreuses. Ces combinaisons se modifient elles-mêmes à l'infini sous l'influence des forces vitales ; et tous ces phénomènes se produisent dans une étendue à laquelle l'imagination ne peut assigner aucune limite. On ne saurait donc, dans cet ordre de faits, fixer des bornes ni à l'observation, ni aux conséquences utiles qu'on en peut tirer.

» Les sciences morales, au contraire, n'ont, à vrai dire, qu'un seul objet, l'étude de l'âme et de ses rapports avec Dieu et avec l'humanité. Chacun peut donc trouver en lui-même ses moyens d'instruction, dans les sentiments qui se développent aux diverses époques de la vie. On comprend qu'un sujet aussi simple ne comporte qu'un petit nombre de vérités, dont la connaissance a pu être révélée, dès l'origine de la civilisation, à quelques esprits supérieurs.

» Les savants voués à l'étude des espèces vivantes de plantes et d'animaux, comptent déjà celles-ci par centaines de mille ; et chaque jour ils complètent leurs catalogues et leurs classifications. Les physiciens et les chimistes accroissent sans relâche le nombre des phénomènes et des combinaisons qui font l'objet de leurs études ; enfin les astronomes ont devant eux un champ encore plus étendu.

» Rien de semblable ne se présente dans le domaine de la science morale : les innombrables penseurs qui, dans toutes les civilisations, ont recommencé l'analyse des vertus et des vices, n'ont eu rien à ajouter au Décalogue de Moïse

et à la sublime interprétation qu'en a donnée Jésus-Christ.

» On remarque des différences encore plus tranchées dans les circonstances qui, depuis l'origine de la civilisation, accompagnent la propagation et la conservation des deux ordres de vérités. Les peuples se décident difficilement à réagir contre leurs passions et leurs appétits ; et ils se refusent souvent à faire leur devoir, alors même que les vérités morales leur sont enseignées par ceux dont ils reconnaissent la supériorité. Ils sont enclins, au contraire, à tirer utilité des phénomènes physiques, sans avoir aucune notion des lois scientifiques qui les justifient.

» Ainsi, par exemple, l'art de fondre les minerais d'argent n'est, à vrai dire, que l'application de certaines lois fort délicates, qui, révélées de nos jours par la chimie, restaient jusqu'alors inconnues des savants. Cependant lorsqu'on observe les scories de la fusion de ces minerais, maintenant obtenues sur les côtes de Murcie, en Espagne, on est tout étonné de constater qu'elles ne témoignent pas d'une pratique plus savante que celles qui ont été produites dans les mêmes lieux, il y a trente siècles, par les Phéniciens.

» Dans l'ordre matériel, l'homme adopte donc volontiers la pratique utile, alors même qu'elle n'est pas fondée sur une doctrine ; tandis qu'il la repousse souvent, dans l'ordre moral, alors même qu'elle repose sur les autorités les plus respectables ou sur les indications de la conscience et de la raison.

» Les vérités physiques, une fois acceptées, se conservent aisément chez les peuples parmi lesquels se maintient la paix publique. Aucun instinct, aucun intérêt ne conseille d'en repousser l'usage ; et l'on ne comprendrait guère, par exemple, comment une société où se conserve l'ordre matériel, pourrait désormais être privée du télégraphe électrique ou de la photographie.

» Nous sentons, au contraire, en nous-mêmes le germe des mauvais instincts qui nous portent à secouer le joug des lois morales, en étouffant la crainte de Dieu, l'espoir de la

vie future, le respect des parents et l'amour du prochain. Notre propre histoire nous apprend comment ces lois tombent en oubli, pendant que l'on s'attache avec passion à la poursuite des progrès matériels. N'avons-nous pas vu, en effet, depuis le XVIIe siècle, l'influence de Louis XIV, du Régent et de Louis XV pervertir de proche en proche les classes dirigeantes et amener la dissolution sociale dont nous subissons les conséquences.

» Plusieurs nations de l'antiquité nous offrent des exemples encore plus concluants : l'oubli des lois morales a provoqué chez elles la destruction d'une prospérité matérielle dont le souvenir même s'est effacé chez leurs descendants ; tandis que les vestiges de cette prospérité, enfouis dans le sol, excitent encore l'admiration.

» Ces considérations mettent en relief un dernier contraste qui domine, à vrai dire, toutes les questions soulevées par la réforme des mœurs. Dans l'ordre matériel, la pratique devance presque toujours la doctrine ; dans l'ordre moral, au contraire, elle ne suit qu'à une grande distance, et prend même souvent une direction opposée. C'est ainsi que, chez les peuples chrétiens placés au premier rang par l'opinion, nous voyons de nombreuses classes tombées dans un état de dégradation dont les grandes nations de l'antiquité ne semblent pas avoir eu connaissance, et dont les peuplades païennes de l'Asie savent se préserver de nos jours. Cette dégradation n'affecte pas seulement la vie morale, elle réagit visiblement sur l'organisation physique de la race. La condition déplorable de cette partie de la population n'est point compensée par le bien-être acquis aux classes supérieures ; et l'on ne voit pas que celles-ci aient fait à notre époque quelque pas décisif vers l'état de perfection dont l'Évangile traçait, il y a dix-huit siècles, le complet modèle. Si la pratique intérieure des peuples européens est loin de répondre à la doctrine morale, l'action qu'ils exercent à l'extérieur ne laisse pas moins à désirer. Dans leurs rapports mutuels, ils continuent à s'inspirer de

plusieurs habitudes de la barbarie ; et, dans leurs rapports avec les populations païennes des deux mondes, ils ont été habituellement, depuis quatre siècles, et ils restent souvent, de nos jours, des agents de ruine et de corruption (1). »

Ailleurs le même auteur résume d'une façon très nette ce que l'observation lui a appris sur cette question fondamentale. « L'enseignement de l'histoire, sur la méthode d'invention appliquée au perfectionnement des sociétés, se résume, dit-il, dans six axiomes qui correspondent à six contrastes.

» 1° L'esprit d'invention est aussi stérile dans l'ordre moral qu'il est fécond dans l'ordre physique.

» 2° Le progrès moral n'est qu'une meilleure pratique de la vérité connue ; le progrès matériel se trouve surtout dans la découverte de nouvelles vérités.

» 3° Dans l'ordre moral, la pratique reste toujours infiniment au-dessous de la connaissance des principes ; dans l'ordre matériel elle a souvent acquis, malgré l'ignorance des principes, un haut degré de perfection.

» 4° Dans l'ordre matériel, le propagateur de la vérité est toujours bien accueilli ; dans l'ordre moral, sauf aux époques de désastres, il est toujours importun, souvent persécuté.

» 5° Le progrès moral amène toujours un accroissement de prospérité ; le progrès matériel, s'il n'est point accompagné d'un progrès équivalent dans l'ordre moral, amène toujours la décadence.

» 6° Dans l'ordre matériel, la vérité se transforme et se complique sans cesse ; dans l'ordre moral, elle est immuable ; elle se formule en dix préceptes d'une simplicité extrême ; elle se résume pratiquement dans les coutumes traditionnelles qui conservent la paix sociale et donnent la prospérité (2). »

(1) *La Réforme sociale en France*, § 3.
(2) *La Paix sociale*, ch. VI.

Rien ne semble plus clair que ces enseignements puisés dans l'observation des faits sociaux. Rien n'est plus méconnu dans la pratique des hommes qui dirigent aujourd'hui l'opinion publique en Occident. Ils sont généralement convaincus que la science sociale doit découvrir aussi des vérités inconnues et en faire ensuite des applications nouvelles. Jugeant sommairement par analogie, ils admettent, sans preuves suffisantes, cette illusion dangereuse ; et en conséquence ils commencent par abandonner comme suranné et désormais impuissant tout ce que le passé a accumulé de faits sociaux à consulter. Ils ne remarquent pas que les sciences, dont ils prétendent suivre l'exemple, n'ont jamais ainsi dédaigné le témoignage des faits antérieurement observés ; qu'elles n'ont jamais rejeté dans l'oubli aucune opinion regardée comme une vérité avant que l'observation et l'expérience ne l'eussent positivement condamnée comme une erreur. Ils procèdent absolument comme s'ils étaient persuadés qu'il n'y a rien à apprendre de l'étude des sociétés actuelles moins souffrantes ou exemptes de maux, ni de l'étude des périodes prospères que l'histoire signale dans le passé des races aujourd'hui tombées dans la souffrance. Ils courent, d'innovation en innovation, à la solution du *problème social*, au moyen d'une découverte à faire, d'une invention à inaugurer. Voilà justement ce qui explique leur ténacité à continuer les essais de tout ce qui leur semble nouveauté. Voilà pourquoi ils s'obstinent à dédaigner les institutions dont l'histoire ou l'exemple des peuples contemporains leur offre les modèles.

7. Les caractères de la prospérité d'une société humaine.

Avant de s'épuiser en efforts, inutiles jusqu'ici, pour résoudre ce qu'on nomme le « problème social » au moyen de découvertes et d'inventions, il aurait fallu s'assurer, par l'observation impartiale des faits, que les vérités qui, jus-

qu'ici, ont présidé à la constitution et au maintien des sociétés humaines, sont devenues insuffisantes. Si l'on n'a pas d'abord constaté cette insuffisance, cette inefficacité des antiques principes sociaux, n'est-il pas insensé de prolonger le mal en se livrant à la recherche de l'inconnu, tandis qu'en recourant aux vérités éternelles, connues depuis des siècles, on le guérirait probablement sans peine.

Il est facile de remarquer que si réellement ces vérités séculaires ne suffisent plus au besoin des temps modernes et ne peuvent plus donner la solution du problème social, qu'elles ont tant de fois permis de résoudre dans le passé, le mal qui tourmente les races de l'Europe occidentale doit se manifester chez toutes les autres races contemporaines et particulièrement chez celles dont l'organisation sociale s'est développée concurremment avec la nôtre et dans la discussion des mêmes idées. Ce qu'il faut constater avec soin, par l'observation, se résume donc dans une question de fait que l'on peut énoncer ainsi : Existe-t-il encore aujourd'hui des sociétés où la prospérité domine et qui se montrent exemptes des souffrances que supportent les races de l'Occident ?

Pour résoudre, par l'observation des faits sociaux, cette question fondamentale, il faut être tombé d'accord sur le *criterium* qu'il convient de choisir dans l'appréciation des sociétés que l'on observe. Ce criterium se présente de lui-même. Les caractères de la prospérité se résument tous dans un grand fait facile à constater, le *règne de la paix sociale*. Toute société humaine où la bonne harmonie règne au foyer de famille, dans l'atelier de travail, dans les relations des familles d'un même voisinage, entre les gouvernants et les gouvernés, offre les caractères incontestables de la prospérité.

Il existe chez beaucoup d'esprits une tendance à chercher dans un autre ordre de faits les caractères d'un état social prospère. On se plaît à les voir dans l'accumulation de la richesse, dans le développement de la puissance, dans

l'épanouissement des cultures intellectuelles. Mais en observant directement les nations contemporaines, en consultant l'histoire au même point de vue, on reconnaît bientôt que ces biens si enviés ne sont pas, loin de là, nécessairement liés aux bienfaits de la paix sociale. Beaucoup de races, sans la richesse, sans la puissance, sans un développement complet des cultures intellectuelles, possèdent et maintiennent au sein de leurs sociétés une paix profonde. Tandis que parmi les grandes nations riches, puissantes, remarquables par leurs travaux scientifiques, littéraires et artistiques, s'il en est qui possèdent la paix sociale, il en est beaucoup d'autres qui, comme celles de l'Europe occidentale, souffrent de l'antagonisme social et de l'instabilité qui en est la conséquence naturelle.

Le véritable caractère de la prospérité d'une société est donc incontestablement le règne aussi complet que possible de la paix sociale. « Cette heureuse situation, dit quelque part M. Le Play, se manifeste elle-même par des indices fort apparents. Les individus sont contents de leur sort, et ils sont attachés à l'ordre établi. Les classes ouvrières, en particulier, montrent une extrême répugnance pour tout changement ; en sorte qu'une fonction essentielle aux classes dirigeantes et aux *autorités sociales* (1) consiste à faire naître autour d'elles le goût des innovations utiles. Les tendances opposées se rencontrent tout au plus chez quelques individus pervers ; et elles ont un caractère purement accidentel. D'ailleurs ces symptômes de désordre, rapprochés de la pratique vicieuse des opposants, blessent l'opinion publique et affermissent le règne du bien dans tous

(1) M. Le Play a ainsi dénommé des personnalités dont l'observation lui a révélé l'existence et le rôle social ; elles peuvent se définir comme il suit : Individus qui sont devenus les modèles de la vie privée, qui montrent une grande tendance vers le bien, chez toutes les races, dans toutes les conditions et sous tous les régimes sociaux ; qui, par l'exemple de leurs foyers et de leurs ateliers, comme par la scrupuleuse pratique de la loi de Dieu et des coutumes de la paix sociale, conquièrent l'affection et le respect de tous ceux qui les entourent.

les cœurs... Le mérite de l'organisation sociale est décelé par un caractère saisissant qui dispense, au besoin, le voyageur de toute observation approfondie. La paix publique se maintient partout, sans l'intervention d'aucune force armée ; la police locale est exercée par des agents qui ne portent qu'un insigne inoffensif de l'autorité publique. (Cette coutume est fréquente dans beaucoup d'États européens ; elle est conservée notamment dans la plupart des districts ruraux de la Grande-Bretagne.) Souvent même, pour réduire encore les frais du service, on se borne à exposer, de loin en loin, cet insigne à la vue des populations. (Telle est la coutume en Biscaye ; un banc parfois complètement vide, mais dans lequel on voit une lance fichée en terre, ancien symbole de l'autorité, suffit pour faire observer au peuple le même ordre que si le maire était présent) (1). »

8. L'observation des peuples prospères révèle les moyens de réforme.

L'enquête la plus sommaire ouverte directement, à l'aide de voyages, dans diverses contrées de l'Europe, établit d'une façon incontestable que, même dans l'Occident, au milieu de populations en proie à la souffrance, il existe encore bien des localités où se maintient la paix avec tous les bienfaits qu'elle procure. Mais, en poursuivant cette enquête, on s'assurera sans peine que, dans le Nord et surtout dans l'Orient de l'Europe, le règne de la paix sociale est le fait dominant. Là ce sont des peuples entiers qui vivent dans un état de bonne harmonie et de bien-être physique et moral que, suivant une expression célèbre, l'Occident devrait leur envier.

L'observation révèle donc, d'une façon irréfutable, que les maux, contre lesquels luttent avec tant de fracas et de

(1) *L'Organisation du travail*, § 2.

retentissement les races de l'Occident, ne sont pas universellement répandus. Il existe encore aujourd'hui de nombreux exemples de paix sociale et de prospérité, même en Europe ; ils sont surtout abondants en Asie, et l'on en trouve aussi dans l'Amérique septentrionale.

C'est donc sans raison que l'on regarde le problème social comme insoluble à l'aide des vérités morales que l'humanité possède actuellement. Ce problème est résolu de nos jours dans toutes les sociétés qui nous présentent les caractères de la prospérité. Elles ont su, comme cela s'est fait plus d'une fois avant notre époque, tirer, des vérités connues depuis bien des siècles, les coutumes et les mœurs de la paix sociale. Notre souffrance ne vient donc pas de l'ignorance des vérités qui peuvent assurer le salut de la société ; mais de l'inexpérience où nous sommes tombés en ce qui concerne la mise en pratique de ces principes séculaires. La guérison de nos maux n'est plus une question de découverte et d'invention. Il s'agit simplement de reconnaître, au moyen de l'observation, comment ces vérités fondamentales passent dans la pratique des peuples prospères et leur assurent le règne de la paix sociale.

L'étude des peuples modèles, qui, à notre époque ou aux époques antérieures, ont si bien résolu le problème social, est par conséquent la grande et unique source d'enseignements pour ceux qui, dans l'Occident, cherchent à résoudre ce même problème, pour mettre un terme aux souffrances du siècle actuel. Cette étude portera aussi bien sur les modèles contemporains que sur ceux du passé. C'est là qu'en interrogeant leur propre histoire, les plus grandes parmi les races souffrantes de l'Occident, retrouveront dans l'étude de leurs époques de prospérité, les coutumes nationales et les mœurs qui avaient préparé ces heureuses époques. Restaurer ces coutumes, imiter celles des peuples étrangers contemporains qui sont reconnus comme jouissant d'un état prospère ; ce sont là les deux termes de la réforme. A la *méthode d'invention*, depuis longtemps si

stérile, il faut substituer la *méthode de restauration et d'imitation* qui, dans tous les temps, a sûrement guidé les peuples pour revenir à la prospérité.

9. Les nations sont-elles prédestinées au progrès ?

Cette conclusion choque les idées des hommes que séduit l'amour des nouveautés. Ils lui opposent même habituellement quelques objections dont trois méritent d'être indiquées et brièvement examinées.

La première de ces objections pourrait s'appeler la doctrine du progrès continu et indéfini. On nous assure qu'une loi naturelle ou providentielle pousse l'humanité vers un perfectionnement toujours croissant. L'homme, naturellement porté au bien, développe, à travers les vicissitudes des temps, ses aspirations innées et marche, de nouveauté en nouvauté, dans une voie prédestinée de progrès. Le ramener vers des coutumes du passé, c'est le faire reculer; le progrès est dans des pratiques inconnues, dans des lois nouvelles, que l'on nomme vaguement l'avenir. Le langage habituel a fini par recevoir les traces de ces théories hypothétiques. Les idées des hommes confiants dans l'esprit de tradition sont volontiers désignées par le mot *arriérées;* tandis que tout homme voué aux entraînements de la nouveauté a, dit-on, des idées *avancées*. Il y a là une divergence profonde sur la méthode de réforme. La loi que l'on affirme est-elle conforme au témoignage de l'expérience ?

Les partisans du progrès providentiel ont peu réussi à établir cette conformité. L'éclat des succès obtenus dans l'ordre matériel les a surtout persuadés que la méthode d'invention était souverainement efficace et produirait partout d'aussi brillants résultats. Leur doctrine repose d'ailleurs sur une assertion gratuite qui a été déjà signalée plus haut, celle de la *perfection de l'homme*. Il faudrait commencer par en démontrer la vérité, que nient sans hésiter

tous ceux qui ont observé les faits, et particulièrement les personnes vouées à l'éducation de la première enfance. Or il est de règle dans les sciences d'observation qu'il n'y a pas lieu de s'arrêter à une opinion, à une doctrine qui n'a d'autre caractère que celui de l'hypothèse. Ce n'est pas à ceux qui la contestent qu'incombe le soin de démontrer qu'elle est fausse. C'est à ceux qui la soutiennent qu'il appartient de prouver qu'elle est vraie. La science sociale pourrait donc ne tenir aucun compte de ces hypothèses, dérivées les unes des autres, jusqu'au jour où leurs partisans les auront méthodiquement démontrées par l'observation.

La démonstration ressort d'ailleurs si peu des faits sociaux, ceux-ci donnent à la loi que l'on préconise de si fréquents démentis, qu'il est devenu nécessaire de chercher une explication de cette contradiction manifeste entre la théorie et l'expérience. Cette explication est malheureusement de nature à augmenter les maux de la société, en y jetant de nouveaux germes de division. Oui, dit-on, l'humanité progresse par une loi providentielle ; ses instincts ne la poussent d'une institution à une autre que pour lui faire accomplir un progrès nouveau, dans l'organisation jusqu'ici si défectueuse des sociétés. Si cette marche spontanée dans une voie de perfectionnement subit des temps d'arrêt, est interrompue par des retours en arrière ; la faute en est aux gouvernements, qui, pour mieux dominer les hommes, ont besoin de pervertir leurs instincts naturellement bons. Le vrai moyen de surmonter cet obstacle au progrès, de déblayer la voie du genre humain vers un avenir meilleur, c'est la révolte des gouvernés contre les gouvernants ; c'est l'émancipation, comme on dit, du plus grand nombre contre le plus petit. La révolution devient ainsi le grand moyen de réforme des sociétés en souffrance.

Il est facile de consulter l'histoire pour lui demander de confirmer ou d'infirmer cette théorie redoutable, qui, pour ramener la paix sociale et la stabilité, commence par mettre la violence matérielle au service des sentiments

d'antagonisme, et par ébranler systématiquement toutes les institutions d'un peuple.

Les exemples de révolutions sont nombreux dans les annales du monde. Ils ont inspiré à la plupart de ceux qui les ont étudiés cette opinion bien connue qu'habituellement ni l'un ni l'autre des partis engagés ne réussit à faire triompher son programme. Il se forme habituellement, dans les convulsions de la lutte, ce qu'on a nommé un tiers parti. Son influence calme les maux déchaînés par la discorde et provoque, avec certaines modifications de forme, une véritable restauration des coutumes de la prospérité. Souvent cette restauration est complétée par une intelligente imitation des peuples contemporains qui ont su conserver les bienfaits de la paix sociale. Ainsi se sont terminés les désordres de la régence du dauphin qui fut depuis Charles V, et les discordes sanglantes des Bourguignons et des Armagnacs où la miraculeuse intervention de Jeanne d'Arc inaugura, chez les Français, la restauration du respect traditionnel de la souveraineté. Ainsi la longue lutte des barons anglais contre les rois de la race des Plantagenets, l'usurpation de Henri IV et les sanglants débats de la guerre des Deux Roses, aboutissent à une éclatante restauration de la souveraineté sous les Tudor et à une brillante époque de prospérité chère encore à tous les Anglais. Ainsi la révolution de 1640, servie par le génie de Cromwell, a pour conclusion le rétablissement de la souveraineté sous sa forme traditionnelle, puis une restauration des coutumes et des mœurs des temps prospères, qui a préparé la grandeur actuelle de la race anglaise. Cette restauration des coutumes du bien ne naît pas des innovations inscrites dans les programmes des partis ; mais bien plutôt des maux que déchaîne la discorde, des leçons qu'ils infligent à l'orgueil, aux passions corruptrices et aux penchants despotiques développés par les succès des époques antérieures.

Sans doute le mal est souvent introduit dans nos socié-

tés par la corruption des gouvernements. Mais ce n'est pas de là que vient le danger permanent. Il vient de la succession même des générations. Dans les sociétés à organisation compliquée, qui peuplent l'Occident, la génération qui jouit des bienfaits de la prospérité sociale n'a jamais réussi à garantir de la corruption celle qui naît au milieu des enivrements de la richesse et de la puissance.

Le mal trouve accès de cette manière, et à partir de là, l'ignorance, les mauvais instincts de la jeunesse lui apportent à chaque génération un nouvel appoint. Quant à l'influence corruptrice des gouvernements, elle ne s'exerce que chez les peuples où la vieillesse et l'âge mûr ne savent plus dresser, dans chaque foyer, la jeunesse aux coutumes du bien. Elle est éphémère et impuissante chez les autres. Il importe d'ajouter que les races où l'éducation domestique suffit à entraver l'invasion du mal en réagissant sur la jeunesse, sont précisément celles qui respectent le plus leurs pouvoirs publics et savent les maintenir dans le devoir, sans les renverser, ni même les ébranler.

Lorsque au contraire une éducation inefficace laisse les jeunes générations suivre leurs mauvais penchants, il se produit un désordre que les gouvernants sauraient difficilement conjurer et qui ne tarde pas à les atteindre eux-mêmes. Alors, sous le coup des maux qui se déchaînent dans la société, on conçoit qu'après une longue et inutile attente d'une réforme, un peuple recoure à la violence et aux révolutions. Il interrompt le cours de ses souffrances qui menaçaient de s'éterniser. Mais elles n'auront fait que changer de nature et s'aggraveront en se prolongeant, si la révolution ne guérit pas le désordre par un retour aux mœurs des temps prospères et aux habitudes de stabilité qui les caractérisent toujours.

10. Les nations sont-elles prédestinées à la décadence ?

J'arrive ici à une seconde objection non moins accréditée que la précédente.

Ceux qui la présentent ne voient plus l'homme s'élevant peu à peu de progrès en progrès, par une prédisposition naturelle de ses instincts. Ils reconnaissent implicitement les tendances vers le mal qui sont innées en lui. Ils sont surtout frappés des phénomènes de décadence qui succèdent si communément aux périodes de prospérité. Ils croient voir dans la constance de cet enchaînement de succès et de défaillances la révélation d'une loi naturelle. Une comparaison achève de les égarer. Les nations, s'empressent-ils de conclure, sont comme les individus. Elles parcourent une première période de développement qui est leur *jeunesse*. Elles parviennent à une époque de prospérité où leur puissance, leurs richesses, l'éclat des productions littéraires et artistiques, les découvertes et les inventions attirent tous les yeux et signalent la vigoureuse expansion de l'*âge mûr*. Puis tout s'affaiblit en elles. La période de la *vieillesse* vient à son tour ; et les conduit plus ou moins vite, mais par une loi fatale, vers l'heure où elles disparaissent. Chaque peuple jouerait ainsi son rôle, comme chaque génération d'hommes ; mais une fois la souffrance venue, elle serait irrémédiable, comme la vieillesse des individus. Tout ce qu'on pourrait espérer et tenter se bornerait à prolonger les jours de cette race vieillie. Elle n'aurait plus en elle les moyens de ramener les succès et les grandeurs de ce qu'on a pu appeler son âge mûr. C'est la vie d'un peuple qui se déroule et prend fin. C'est le cours d'un fleuve qui descend irrévocablement de sa source vers son embouchure.

Cette seconde objection entrave autant la réforme que la première. L'une la déclarait providentielle mais la plaçait dans la recherche de nouveautés en dehors des traditions

de la race ; l'autre la déclare chimérique et impossible par la nature même des choses. L'une et l'autre détournent les sociétés souffrantes de tout effort pour réagir contre leur propre corruption, pour améliorer leur sort. Est-il donc vrai, par exemple, que la race française qui, dans la première moitié du XVIIe siècle, s'était manifestée au milieu des nations ses rivales de façon à leur servir de modèle, tombe depuis deux cents ans dans une sénilité fatale et n'ait plus devant elle d'autre perspective qu'une fin plus ou moins proche, mais inévitable? Ne lui suffit-il pas de jeter les yeux sur son passé pour constater qu'il n'en est pas ainsi? Du Xe au XIIIe siècle cette même race ne cesse de se perfectionner, d'accroître son influence et d'attirer sur elle l'attention des peuples contemporains. Enfin elle parvient sous Louis IX à un apogée de prospérité signalé par une renommée qui s'étend jusque dans le Levant et repose sur le respect qu'inspirent, même aux musulmans, les vertus de la nation et la sainteté de son chef. En comparant, sous tous les rapports, la nation française du XIIIe siècle à celle du XVIIe, on y reconnaît également des caractères de grandeur et d'incontestable prospérité ; mais on ne peut guère s'empêcher, au point de vue moral et social, de préférer la France de Blanche de Castille et de saint Louis à celle d'Henri IV et de Louis XIII. Ces deux périodes de prospérité, proclamées par nos rivaux eux-mêmes, sont-elles liées entre elles, à travers quatre siècles, par une continuité de succès qui puisse constituer un long âge mûr? Chacun sait bien que non. Entre saint Louis et Henri IV, la France a traversé une des plus lamentables périodes de souffrances que l'histoire ait eu à enregistrer. Quinze ans après la mort de saint Louis, son petit-fils, Philippe le Bel, commence un règne de vingt-neuf années, durant lequel, bien qu'ayant conservé la tradition des vertus privées de son grand-père, il s'aliène l'opinion publique en Europe et en France par des abus de pouvoir demeurés trop célèbres pour sa mémoire. Les Valois, qui succèdent à ses fils cinquante-huit

ans seulement après saint Louis, joignent aux abus du pouvoir ceux de la richesse et des exemples de mauvaises mœurs ; et c'est seulement trois quarts de siècle après la mort du saint roi que s'inscrit dans notre histoire la première des trois défaites que notre patriotisme n'a jamais pu oublier, Crécy (1346), Poitiers (1357), Azincourt (1415). En un siècle et demi la race française est descendue de sa glorieuse prépondérance du XIIIe siècle aux hontes et aux désastres du traité de Troyes (1420). Son territoire, ses chefs nationaux, elle a tout perdu. Un roi anglais est couronné dans Paris, devant le maître-autel de Notre-Dame. Ne voilà-t-il pas la vieillesse et la fin d'une race? Non, la génération née et grandie au milieu des souffrances et des malheurs durant les premières années du XVe siècle, vaut mieux que celles du XIVe siècle éblouies encore des dernières spendeurs de la prospérité passée. Trente-trois ans après le traité de Troyes, qui semblait consacrer l'extinction de la France, tout est réparé, et une ère manifeste de régénération succède à une décadence si profonde. La race que, sous Charles VI, on aurait déclarée vieillie et vouée à la décrépitude, prépare, dès le milieu du XVe siècle, sa nouvelle période de prospérité, celle qui illustrera le XVIIe siècle. Pour y atteindre, une nouvelle crise complète la réforme : ce sont les graves et sanglants débats des guerres religieuses qui amènent la restauration définitive des bonnes mœurs. Les faits réfutent donc complètement cette doctrine fataliste de jeunesse et de vieillesse des peuples. Chaque nation trouverait aussi facilement, dans son histoire, des faits propres à démentir cette fausse théorie.

D'ailleurs l'assimilation que l'on invoque est elle-même complètement erronée. Chaque individu reçoit, dans une première partie de sa vie, des organes qui s'entretiennent, sans se renouveler réellement, et qui s'usent peu à peu en exécutant leurs fonctions. Il en est tout autrement pour un peuple. Tous les trente ans environ, il se renouvelle entièrement par l'avènement d'une génération, qui remplace le

personnel vieilli de la génération précédente par de nouveaux individus, physiquement aussi jeunes que l'étaient leurs pères trente ans auparavant. La vieillesse de la race ne pourrait donc se manifester que dans l'ordre moral. Mais c'est au fond une mauvaise interprétation des faits. Il suffit de les observer avec impartialité et sans idée préconçue, pour y reconnaître tout autre chose. D'une part cette rénovation continuelle est le grand péril des nations prospères ; mais d'un autre côté elle peut être le remède des nations en proie à la souffrance. Ce qui constitue en effet la continuité de la race, c'est l'éducation par laquelle chaque génération dresse au bien celle qui va lui succéder. Chez un peuple prospère, la mort enlève chaque jour des hommes faits et des vieillards dont l'âme est vouée au bien, dont la volonté est habituée à gouverner les passions, dont l'esprit recèle des trésors de bonnes traditions et d'expérience. C'est la jeunesse qui tend à ramener les excitations corruptrices par les mauvais instincts naturels de vanité, d'égoïsme et de présomption, par les suggestions spontanées des appétits sensuels, par l'inexpérience profonde de la vie et par l'imprévoyance résultant de l'ignorance des faits. L'âge mûr et la vieillesse ont pour tâche de façonner cette génération qui grandit aux vertus, aux coutumes et aux mœurs qui créent et maintiennent la prospérité présente. Mais les succès mêmes de la prospérité, les ressources corruptrices de la richesse, les enivrements de la puissance, les écarts trop faciles où les cultures intellectuelles peuvent pousser les nouveaux venus, rendent cette tâche particulièrement difficile. C'est ainsi que toujours, dans l'histoire des sociétés à organisation compliquée, la génération la meilleure d'un grand siècle forme des successeurs d'une moindre valeur morale.

Par compensation, aux époques de souffrance, les pères, il est vrai, ont une moindre valeur morale pour élever leurs enfants et sont moins heureusement préparés pour les dresser à la pratique du bien. Mais il arrive un moment où les

circonstances extérieures sont bien moins défavorables à leurs efforts. Les malheurs des temps finissent par tarir la richesse et ruiner la puissance dont les abus ont égaré les générations précédentes. Si les cultures intellectuelles ont, par leurs erreurs, ébranlé la tradition des grands jours; les conséquences de ces erreurs, lorsqu'elles deviennent manifestes, concourent à ramener les pères et les enfants à la vérité. Voilà le mécanisme des vicissitudes des nations d'après le témoignage de l'histoire. Il n'y a là ni jeunesse, ni vieillesse. Il y a l'éternelle lutte du bien et du mal sur le champ perpétuellement mobile de l'humanité.

Les peuples dont le long passé est relevé par des périodes de prospérité, ont la précieuse ressource d'une tradition nationale dont l'efficacité a été éprouvée, et dont il suffira toujours de restaurer les principes essentiels pour guérir les maux du présent. Les peuples qui pendant des siècles ont vécu dans une obscure barbarie sont dépourvus de ces exemples féconds, et les causes qui les ont maintenus dans cet état inférieur peuvent encore agir longtemps à leur insu. Les nations récemment formées par la colonisation sur un sol nouveau, malgré leur jeunesse incontestable, réussissent ou échouent indifféremment, selon les coutumes et les mœurs qu'elles mettent en pratique. Enfin s'il est des peuples qui ont définitivement succombé à leurs souffrances; l'histoire qui a enregistré leur chute irrémédiable a en même temps conservé le souvenir des désordres moraux et des discordes sans fin dont ils ont été impuissants à se guérir; tandis que d'autres plus heureux trouvaient le secret, en se réformant, de se relever de leur chute.

« En résumé, nous dit l'auteur des *Ouvriers européens*, les peuples jouissent de leur libre arbitre : ils ne sont fatalement voués ni au bien, ni au mal; et l'on ne saurait discerner dans l'histoire d'aucun d'eux une succession inévitable de jeunesse ou de progrès, de vieillesse ou de décadence. Quel que soit leur passé, ils restent maîtres de leur

avenir (1). » Cette conclusion tirée de l'observation des faits, est, on ne peut le nier, une vérité de première importance. Elle apporte aux peuples qui souffrent de grands éléments de virilité, d'espérance et de consolation. Tout dépend d'eux; mais il leur faut travailler sans relâche à retrouver, par l'observation des faits, les vérités sociales qui, en tous temps et en tous lieux, caractérisent les peuples prospères; c'est-à-dire ceux qui possèdent une paix sociale durable.

C'est le but que s'est proposé l'auteur cité ci-dessus, et la méthode dont j'entreprends de donner une idée est le moyen éprouvé de remettre en lumière ces vérités bienfaisantes.

11. Les vices d'un peuple tiennent-ils à l'organisation physique de la race ?

L'idée de procéder à la réforme en imitant nos ancêtres des siècles de prospérité et ceux des peuples contemporains qui nous surpassent, blesse vivement l'amour-propre d'une nation. Les Français, en particulier, malgré une décadence caractérisée par plusieurs invasions étrangères, par des révolutions périodiques, par des amoindrissements qui, après les plus belles parties de l'empire colonial, commencent à atteindre le sol national lui-même, persistent encore à se croire, sur beaucoup de points, supérieurs aux autres peuples et surtout supérieurs à leurs aïeux. Ils pensent donc n'avoir rien à apprendre de l'étude des peuples voisins. Ils professent cette opinion singulière que chaque race a ses aptitudes naturelles, et que l'on ne peut utilement appliquer à l'une les institutions dont une autre tire un excellent parti.

Les plus éclatants témoignages de l'histoire réfutent une pareille opinion. Les exemples de peuples empruntant des mesures de réforme à des contemporains haut placés

(1) *La Réforme sociale*, § 4.

dans l'estime des autres peuples, abondent dans les annales de l'humanité. On peut même, tant ces exemples sont nombreux, affirmer que c'est un des procédés de réforme le plus souvent employés.

Quelle part faut-il faire à l'organisation physique ? En quoi cette organisation influe-t-elle sur la destinée de la race ? C'est là une question plus physiologique que sociale. Néanmoins il est utile de l'examiner sommairement.

Cette opinion semblerait justifiée si d'une part les enfants d'une même souche présentaient au moral une grande tendance à se ressembler, et si d'autre part les traits moraux qui distinguent un peuple ne subissaient de siècle en siècle aucune modification importante. Or l'observation la plus superficielle démontre que ni l'une ni l'autre de ces assertions ne serait vraie. Tous ceux qui ont eu sous les yeux des familles nombreuses ont constaté une grande diversité de penchants et d'aptitudes entre les enfants nés d'un même couple de parents. C'est une remarque des plus vulgaires et que chacun trouvera l'occasion de vérifier. Quant à la flexibilité des traits distinctifs d'une race, l'histoire ne manque pas d'exemples qui la mettent en relief. S'il en est qui se maintiennent à travers les âges, combien d'autres se modifient, et souvent avec une rapidité frappante, lorsque les chefs de famille, rompant avec les idées et les mœurs de leurs pères, impriment à l'éducation domestique une direction nouvelle. Quelles différences profondes n'aperçoit-on pas entre les Grecs, héros des guerres médiques au ve siècle avant Jésus-Christ, et ceux du IIe siècle devenant les sujets de Rome ? Que l'on compare la race romaine avec elle-même, de siècle en siècle ! Est-ce que les Français de la Saint-Barthélemy et de la Ligue n'offrent aucune différence de caractère avec ceux d'Henri IV ? Est-ce que la France religieuse et fervente de Louis XIII ressemble bien à la France railleuse et sceptique de Louis XV ? Enfin qui retrouverait parmi les Français d'aujourd'hui le type national du temps de Louis XVI ?

L'observation montre clairement que la volonté humaine est le grand mobile des phénomènes de l'ordre moral. Dans la suite des faits sociaux, elle apparaît toujours comme indépendante de toute fatalité préétablie, et supérieure aux forces matérielles au lieu de leur être subordonnée.

En résumé : la réforme qui peut remédier aux souffrances sociales du temps actuel ne sortira pas du développement nécessaire d'une loi de progrès ; elle n'échouera pas par une prédisposition sénile du corps social ; elle ne sera pas forcément entravée par le tempérament physique de la race. Pour obtenir la guérison, il faut savoir et vouloir ; savoir, c'est-à-dire discerner quels remèdes il faut appliquer ; vouloir, c'est-à-dire les appliquer résolument, quelques sacrifices qu'ils exigent de nos idées, de nos habitudes et de nos passions.

12. Les méfiances envers la tradition nationale et les institutions de nos aïeux.

Je disais tout à l'heure que les Français du siècle actuel s'estimaient supérieurs aux peuples contemporains les plus renommés et surtout supérieurs à leurs propres aïeux. Qu'il me soit permis de revenir ici sur la seconde partie de mon assertion.

La société française actuelle offre, dans ses jugements sur les aïeux dont elle est sortie, de singuliers contrastes. Les artistes, après d'injustes dédains pour les productions que nous ont laissées le moyen âge et la renaissance, n'hésitent plus aujourd'hui à emprunter plus d'un modèle à ces époques naguère si méconnues. Ils imitent, avec autant d'empressement, les chefs-d'œuvre du siècle de Louis XIV et ne dédaignent même pas bien des œuvres du XVIIIe siècle. Les littérateurs étudient avec un louable zèle les ouvrages de nos écrivains des temps passés et y recherchent les qualités propres du génie national. Les gens de métier admi-

rent franchement, à l'occasion, des objets fabriqués par nos aïeux, où se retrouvent des mérites d'habileté professionnelle dont la concurrence serait encore redoutable aujourd'hui.

Mais lorsqu'il s'agit des institutions de nos pères, des coutumes de la vieille France, des traditions de notre race, l'immense majorité des Français actuels manifestent pour elles un mépris haineux et une violente répulsion. Ces sentiments opposent un grand obstacle à l'étude éclairée des coutumes de nos époques de prospérité, à l'appréciation impartiale de leur véritable caractère social et surtout à la restauration de celles que l'observation signalerait comme nécessaires pour ramener la paix et la stabilité. Beaucoup d'esprits, dès qu'il s'agit de demander à l'étude des beaux siècles du passé le secret des réformes qui conviennent au temps actuel, se détournent sans vouloir aller plus loin. Selon eux nous n'avons rien de bon à emprunter à nos aïeux. Le passé éveille invinciblement chez eux des idées de servitude, d'ignorance, de discordes sociales étouffées par la force, d'exploitation des masses populaires au profit de quelques privilégiés. Toute la gloire de nos pères, toute leur grandeur au milieu des peuples s'efface devant ces jugements profondément enracinés. On les admet comme incontestables et on tient tellement à les maintenir que l'on ne veut même pas les soumettre à la plus calme discussion.

Ce spectacle surprenant d'un grand peuple reniant son passé, n'accordant plus à ses aïeux qu'une sorte de pitié et refusant à leurs exemples toute autorité en matière de science sociale est un phénomène dont l'histoire offre peu d'exemples. L'histoire des derniers temps de la monarchie française explique malheureusement, sans les justifier, cette aversion, ces défiances, ces haines contre les institutions d'autrefois. Ce n'est pas ici le lieu de retracer les abus, les vices qui ont si profondément discrédité l'ancien régime à son déclin ; mais on ne saurait méconnaître que cette fâcheuse époque est signalée par un ensemble inouï

de corruption, de scepticisme et de scandales. Les comtemporains en furent révoltés à la longue, et leurs descendants ont reçu d'eux l'opinion formelle que, pour s'être prêtées à tant de mal, les institutions de nos aïeux devaient être essentiellement vicieuses.

Le débordement des vices et des erreurs sociales peut, il est vrai, faire sortir tous les abus des meilleures coutumes et des plus sages traditions. Mais ceux qui endurent ces abus sont trop vivement atteints pour demeurer dans la juste mesure des récriminations. En présence d'une noblesse corrompue par l'absentéisme, déchue de toutes ses fonctions sociales, ruinée par des prodigalités blâmables et réduite à solliciter sans cesse du monarque des faveurs lucratives, l'opinion publique indignée déclara injustifiables les privilèges dont cette noblesse continuait à jouir dans la société, et elle s'éprit d'une aveugle passion d'égalité, poussée jusqu'à la haine de toute hiérarchie. Les scandales éclatants et la corruption éhontée, il faut le dire, de certains membres du clergé, en ces malheureux temps, accrurent encore cette haine des privilèges immérités et ébranlèrent jusqu'à la foi religieuse, jusqu'au respect de Dieu et des choses saintes. Les abus de pouvoir, les adultères publics de Louis XIV, les honteuses débauches du régent et de Louis XV éclipsèrent aux yeux des sujets les vertus incontestables dont la plupart des membres de la maison royale s'attachaient plus énergiquement qu'à d'autres époques à offrir des modèles. La royauté, déconsidérée dans ceux qui en portaient le caractère sacré, perdit son prestige traditionnel.

Ni les souvenirs de saint Louis, de Charles V, de Louis XII, de Henri IV et de Louis XIII ; ni les vertus de Louis XVI ; ni la mémoire des dangers et des gloires où s'étaient associés leurs aïeux ne purent racheter, aux yeux des Français, la maison de France.

Le principe monarchique lui-même succomba dans le cœur des peuples sous les fautes et les vices dont ses représen-

tants avaient osé souiller le trône pendant plus d'un siècle.

Ce vertige d'indignation trop justifiée entraîna surtout les lettrés hors de la vérité traditionnelle. Ils employèrent leurs talents à signaler courageusement les vices et les scandales des classes supérieures, mais aussi à ruiner, dans ses principes même, le respect qu'ils avaient cessé de mériter, mais qui est un fondement nécessaire de la hiérarchie sociale. Égarés par le spectacle des maux du temps ils perdirent toute notion du véritable sens des traditions séculaires de leur race. Des sophismes spécieux les leur montrèrent comme contraires à la raison, au droit naturel et à quelques idées préconçues. Sans tenir compte de leur longue durée et du témoignage de leurs heureux effets dans un passé meilleur, ils les déclarèrent œuvres de barbarie, instruments d'oppression et d'avilissement. C'est à leur voix que la nation apprit la haine de son passé et le condamna sans retour.

Ils soulevèrent ainsi, sans l'avoir prévue, une des plus redoutables tempêtes qu'ait traversées aucun peuple. Une foi naïve en des idées nouvelles si éloquemment préconisées soutint les hommes de cette terrible époque au milieu des angoisses de la guerre étrangère, des horreurs de la guerre civile et des plus téméraires mesures de rénovation. Ils espérèrent fermement qu'une si énergique application des nouveaux principes, dictés, leur disait-on, par la raison elle-même, ramènerait promptement la paix et le bonheur dans la société. Les déceptions qui suivirent la crise d'où l'on attendait le salut, avivent encore aujourd'hui les haines contre l'ancien régime et la tradition, dont on accuse les derniers vestiges d'entraver la manifestation de bienfaits si lents à se produire.

13. Il faut avoir en vue la vérité sans parti pris.

Je viens de rappeler les causes lamentables des préventions passionnées qui dominent parmi les Français. Mais ces préventions ne sauraient avoir aucune influence sur la science sociale. Toute recherche scientifique exclut impérieusement la passion qui égare, et qui fait méconnaître la vérité. Il est difficile, à coup sûr, de s'affranchir de toute préoccupation de ce genre. Le meilleur moyen de revenir au vrai c'est de s'attacher à l'étude calme, assidue et méthodique des faits sociaux, d'après l'histoire et d'après l'observation des peuples contemporains. Plus il y a d'obstacles à vaincre pour arriver à la vérité, plus il est difficile de la faire reconnaître au milieu des entraînements de l'opinion publique, malgré la direction que lui impriment à la légère des lettrés plus ardents qu'éclairés ; plus aussi il convient de se montrer sévère dans le choix des moyens de recherche et de suivre rigoureusement l'exemple des sciences physiques et naturelles. Par leurs brillantes découvertes et par leurs inventions multipliées en quelques années, elles ont démontré que leur méthode menait sûrement à la vérité. Voilà pourquoi, après une expérimentation d'un siècle, il semble utile enfin d'appeler l'attention publique sur la méthode qu'a mise en œuvre l'auteur des *Ouvriers européens*.

Les résultats auxquels il est arrivé sont moins importants peut-être en eux-mêmes que la méthode d'observation dont il a tracé les règles, donné le cadre et contrôlé pratiquement l'emploi. Cette méthode convient à tout homme sincèrement épris de la passion du vrai. Elle ne heurte en réalité aucune opinion préconçue. Si les conclusions auxquelles elle a conduit M. Le Play et ses amis sont des vérités fondamentales momentanément méconnues, tout observateur les retrouvera en appliquant cette méthode à l'étude

des faits. Si au contraire ces résultats sont entachés d'erreur, il est impossible que l'observation répétée des faits ne fournisse pas les moyens de démontrer cette erreur et de la rectifier.

Une difficulté singulière se dresse devant ceux qui cultivent la science sociale avec le secours de cette méthode d'observation. A mesure qu'ils recueillent des faits et les interprètent, les idées préconçues qu'ils nourrissaient changent ou s'évanouissent. Ils en viennent rapidement à ne plus donner une adhésion complète au programme d'aucun parti. Ils sont même conduits souvent à déclarer futiles et dénuées de véritable intérêt, les plus ardentes et les plus brillantes discussions dont se repaissent les passions antagonistes de beaucoup de leurs contemporains.

Cette situation les expose à subir le dédain ou les colères de tous les partis. Ceux-ci ont coutume de rechercher, dans les faits sociaux, plutôt des arguments pour leurs opinions passionnées, qu'un contrôle inutile à leurs yeux. Ils voient de mauvais œil les hommes qui refusent, même au nom de la vérité, d'adopter toutes leurs idées. Mais d'autre part, les partisans de la méthode d'observation ont l'avantage d'offrir à tous les hommes de bonne volonté et de désintéressement un terrain commun de recherches où le témoignage des faits prévient toute discussion oiseuse, réforme les opinions erronées sans blesser aucun amour-propre et tend manifestement à réconcilier toutes les manières de voir, puisque la vérité est une, et n'admet plus de divergence dès qu'on est parvenu à la mettre en lumière. Cependant les hommes qui ont foi dans la méthode d'invention appliquée à la découverte des moyens de réforme, sont particulièrement hostiles à ceux qui pour discerner la vérité consultent le témoignage de l'expérience de nos aïeux. Ils voient dans cette étude un parti pris de réhabiliter le passé, un projet déguisé d'en provoquer le retour. Ils tiennent d'ailleurs à ce que la question demeure jugée et à ne pas rouvrir le débat sur un procès

gagné. C'est auprès d'eux que l'on rencontre les plus vives répulsions et la répugnance la plus obstinée à s'occuper même de la méthode d'observation en matière de science sociale.

Ces préventions, ces défiances, cette indifférence préméditée ne sauraient décourager ceux qui, sincèrement désireux de conquérir la vérité, renoncent systématiquement à toute préférence pour telle ou telle conclusion. Ils n'ont, dans leurs études, aucun autre souci que le soin de suivre les meilleures règles dans la conduite de leur esprit. Ils n'ont d'aversion que pour l'erreur. Ils sont convaincus que, si réellement les vérités morales dont s'est inspirée jusqu'ici la pratique des peuples prospères sont devenues insuffisantes, l'observation des faits le démontrera clairement. Ils pensent d'autre part que, si elles n'ont rien perdu de leur efficacité sociale, il est urgent d'amener à les retrouver par eux-mêmes ceux qui ne les connaissent plus. Tel est le résultat de la méthode. Elle confirmera dans leurs opinions ceux qui sont en possession de certaines vérités ; elle éclairera, par la constatation rigoureuse des faits, ceux qui s'attachent à des erreurs. Voilà pourquoi son auteur, et ceux qui la pratiquent avec lui, sont naturellement en dehors de tout parti. Il n'est même pas nécessaire, pour entrer dans cette voie expérimentale, de faire table rase de ses opinions antérieures. Le seul précepte à suivre est de se conformer scrupuleusement aux règles éprouvées de la méthode d'étude. Elle conduira sûrement à la connaissance exacte des faits. La vérité, quelle qu'elle soit, en sortira avec le caractère de l'évidence.

14. La méthode d'enquête directe et d'observation des faits sociaux mise en pratique depuis un demi-siècle.

Il est facile de signaler de nos jours des peuples, qui sans avoir eu recours à aucune invention, à aucune vérité inconnue jusqu'au temps actuel, donnent le spectacle de

sociétés prospères, caractérisées par le règne de la paix entre les citoyens , par la stabilité des institutions, de la hiérarchie sociale et des autorités publiques. On ne saurait d'autre part citer un seul exemple d'un peuple qui doive sa prospérité actuelle à la découverte d'une vérité nouvelle. Il est donc permis de croire que l'étude des faits sociaux antérieurs aux contemporains rattachera la prospérité des sociétés humaines à quelques vérités, mises en pratique et connues des hommes depuis les temps les plus anciens. Les sociétés tombent sans doute en souffrance par l'oubli des coutumes d'où était né l'état prospère. Aussi, remarque-t-on, que les sociétés où se maintiennent la paix sociale et la stabilité, ne s'occupent pas de science sociale. Elles n'ont aucune tendance à étudier des questions dont la solution pratique ne leur laisse rien à désirer. C'est dans les sociétés où la paix est détruite, où tout est exposé à une mobilité inquiétante, que les questions sociales appellent l'attention et peuvent se constituer en un corps de doctrines scientifiques. La science sociale est bien moins un complément des progrès de l'esprit humain qu'un symptôme des maux qu'on l'appelle à guérir. C'est ainsi que dans l'ordre matériel, la médecine et l'hygiène ont, pour raison d'être, la maladie. Heureuses donc les nations qui n'ont pas encore vu éclore cette nouvelle classe de savants. Quant aux peuples qui ont besoin d'un pareil concours pour se réformer, ils n'ont rien de mieux à faire que de se modeler sur ceux de leurs émules qui ont évidemment su mieux résoudre qu'eux le problème social ; ils ont à rechercher dans le passé de leur propre race les coutumes et les mœurs qui la caractérisaient aux époques de concorde civile et de stabilité. La science sociale a chez eux pour mission de retrouver les moyens pratiques de solution consacrés par l'expérience. C'est le programme que s'est tracé il y a cinquante ans l'auteur des *Ouvriers européens*. Qu'on me permette de lui emprunter le récit abrégé de ses travaux en cette matière.

« En quittant les écoles après la révolution de 1830, je me trouvai au milieu du mouvement qui portait les esprits vers l'étude des questions sociales. Je remarquai surtout l'ardeur avec laquelle plusieurs de mes condisciples propagèrent alors la doctrine du Saint-Simonisme, qui dut à leurs travaux et à leur mérite personnel une certaine célébrité. Ne pouvant ni partager les convictions de mes amis, ni démontrer l'erreur dans laquelle ils s'engageaient, je compris qu'en matière de science sociale les écoles n'offraient aucune méthode qui aidât à distinguer le vrai d'avec le faux et suppléât à l'inexpérience de la jeunesse. Sentant mon impuissance et ne trouvant aucune direction auprès de nos maîtres, je m'appliquai avec ardeur à chercher, dans cet ordre de connaissances, des moyens de certitude.

» Suivant l'exemple de Descartes, et m'aidant du scepticisme propre à notre temps, je tins pour non avenues, jusqu'à vérification personnelle, les opinions au milieu desquelles j'avais été élevé. Et comme il ne me fut pas possible de me soustraire à certaines convictions, je m'imposai l'obligation de rechercher avec sollicitude les preuves qui semblaient les condamner, et de fréquenter les hommes de bien imbus de convictions opposées. Je conformai autant que possible ma conduite à la pratique de ceux qui jouissaient de l'estime publique, et je n'adoptai comme axiome fondamental que le devoir d'aimer mes semblables et de me rendre utile à mon pays... Je compris que je ne me rendrais un compte exact des institutions de la France, qu'en les rapprochant de celles des pays étrangers, et que, pour embrasser des termes de comparaison suffisants, je devais étendre mes observations à l'ensemble des nations européennes. J'admis enfin comme règle de mes études que je devais demander l'exemple du bien aux peuples libres et prospères, placés au premier rang par l'opinion, chez lesquels toutes les classes, liées par une solidarité intime, se montrent dévouées au maintien de la paix publique.

» Le programme que je m'étais tracé, bien que simple en

apparence, souleva, dans l'application, des difficultés que je n'avais pas soupçonnées : ces difficultés se trouvèrent en moi-même plus que dans les faits extérieurs.

» Je surmontai assez aisément les obstacles qui naissent de l'éloignement des lieux, de la multiplicité des faits, de la diversité des hommes et des langages ; mais, égaré d'abord par mes opinions préconçues, je vis souvent qu'il m'était encore plus difficile d'apprécier sainement les faits que de les observer avec impartialité. Cependant je réussis peu à peu à dominer mes premières impressions, en m'assurant qu'elles étaient en contradiction avec la pratique des hommes ayant conquis l'estime publique par leurs succès et par leur vertus.

» Beaucoup d'opinions et d'habitudes que je considérais depuis l'enfance comme des indices de la supériorité de notre pays, m'apparurent à la fin comme les causes de ses désordres et de ses revers.

» Je compris que les véritables éléments de la réforme seraient fournis par le rapprochement de deux séries de travaux : par l'analyse méthodique des erreurs de nos maîtres et de nos lettrés ; par la recherche des vérités que pratiquent les vraies autorités sociales de l'Europe. Je commençai alors à entrevoir qu'au lieu de changer sans cesse nos lois écrites, comme nous le faisons si stérilement depuis 1789, il fallait provoquer le corps même de la nation à modifier ses idées et ses mœurs.

» Cette réaction ne s'opéra pas sans résistance dans mon esprit ; cependant l'évidence des faits ne tarda pas à triompher de mes préjugés. Dès que j'eus constaté l'inexactitude de plusieurs opinions au milieu desquelles j'avais été élevé, je m'habituai si bien à subir l'autorité de l'expérience, que j'éprouvai bientôt plus de satisfaction à découvrir mes erreurs que je n'en trouvais précédemment à me croire en possession de la vérité (1). »

(1) *La Réforme sociale*, § 7.

L'auteur expose ensuite ses moyens d'exécution. De 1833 à 1863, il consacra chaque année une part de son temps à voyager en France ou dans les diverses régions de l'Europe et jusque sur les confins de l'Asie voisins de l'Oural. Pour vérifier les faits, selon les modifications d'opinions qui résultaient du progrès de ses études, il prit le soin de revoir, à trois reprises au moins, chaque contrée.

Partout il s'imposa trois sortes d'études destinées à le mettre en contact avec les classes dirigeantes du pays, avec les chefs des grandes entreprises d'intérêt privé, et surtout avec les populations ouvrières : 1° comme ingénieur des mines, procéder à une enquête professionnelle approfondie sur les procédés techniques, les conditions économiques, l'organisation commerciale et la situation des ouvriers dans les exploitations de mines et les usines métallurgiques ; 2° entrer à ce propos en rapport avec les personnes exerçant des fonctions politiques et administratives, et s'attacher à connaître leurs opinions ou à observer leur pratique en matière sociale ; 3° étudier des familles appartenant aux classes les plus nombreuses de la société, et les décrire d'une façon méthodique et sous des formes rigoureusement comparables. « J'ai, dit M. Le Play, consacré au moins une semaine, souvent un mois entier à faire la monographie de chaque famille. J'ai voulu surtout connaître dans ses détails la vie matérielle, intellectuelle et morale d'une famille type des principales races européennes ; et les rapports de toutes sortes qui l'unissent aux classes supérieures de la société. J'ai conversé en cinq langues avec la plupart de ces familles. J'ai pu comprendre directement les réponses faites en trois autres langues, aux questions posées par des interprètes dressés de longue main à cette pénible tâche. C'est seulement dans l'extrême Nord et dans l'extrême Orient que j'ai dû confier à mes collaborateurs l'interprétation des demandes et des réponses, non sans tirer un grand secours de la vue des hommes et des lieux,

ou des impressions manifestées par les interlocuteurs (1). »

Les monographies de famille ainsi faites par l'auteur lui-même dans diverses localités réparties sur toute la surface de l'Europe dépassent le nombre de trois cents. Ses collaborateurs et ses amis ont beaucoup accru ce nombre et poursuivent actuellement cette œuvre de science et d'intérêt public. Les monographies de famille sont véritablement les origines des conclusions de l'auteur. Celui-ci les vérifie et les contrôle chaque jour par tous les moyens d'enquête, et il les consigne, en les modifiant au besoin selon le progrès de ses études, dans les livres publiés ou réédités par lui durant ces seize dernières années.

Je donnerai suite au présent article en exposant le cadre des monographies de famille, et en faisant connaître les plus importantes vérités que la méthode d'observation a permis de retrouver dès à présent.

Ad. Focillon
Directeur de l'École municipale Colbert (Paris).

(La suite prochainement.)

(1) *Réforme sociale*, § 7

BIBLIOGRAPHIE

I

Apuntes relativos a los huracanes de las Antillas en setiembre y octubre de 1875 y 76. — Discurso leido en la real academia de ciencias médicas, fisicas y naturales de la Habana, por el Socio de mérito, Rdo. P. Benito Viñes, S. J. director del observatorio magnético y meteorologico del real colegio de Belen de la Compañia de Jesus. — Habana, 1877.

A la suite des ouragans qui s'abattirent sur les Antilles le 13 et le 14 septembre 1875, le 16 septembre et le 19 octobre 1876, le R. P. Viñes, S. J., directeur de l'observatoire magnétique et météorologique du collège royal de Belen, à la Havane, entreprit, sous les auspices de l'Académie des sciences de cette ville, deux voyages d'exploration scientifique à travers les îles de Cuba et de Porto-Rico. Il s'était donné pour mission d'étudier les météores sur le théâtre même de leur action; d'interroger les traces de leur passage, et de recueillir, de la bouche de témoins autorisés, des détails nombreux et circonstanciés sur la naissance, la marche et les effets de ces tempêtes.

A son retour, le P. Viñes fit, devant ses collègues de l'Académie, l'histoire de ces deux voyages avec l'exposé et la discussion des faits observés et des documents rassemblés. C'est cette communication qui fait le sujet du volume actuel.

La mission scientifique du P. Viñes avait un but d'utilité commune ;

on le savait, et on savait également qu'elle était confiée à un homme capable de la mener à bonne fin. Aussi le savant voyageur était-il accueilli partout avec la bienveillance la plus cordiale et le désintéressement le plus absolu. Tous voulaient concourir au succès de son entreprise : les autorités civiles mettaient à son service leurs ressources et leur influence; les capitaines de la marine, les officiers de l'armée, les ingénieurs lui communiquaient leurs observations et rivalisaient de zèle pour l'aider à recueillir tous les détails; on lui fournissait des moyens de transport; on l'accompagnait même dans ses excursions. En lisant les premières pages du livre du P. Viñes, on sent qu'il les a tracées sous l'impression de ces excellents souvenirs; l'expression de sa reconnaissance, plusieurs fois renouvelée, et l'abondance avec laquelle il expose les services qu'il a reçus, ajoutent un charme tout particulier à un récit déjà si intéressant.

Mais, tant de secours, tant de lumières, on le comprend, donnent aussi au travail du P. Viñes une valeur toute spéciale. Pour écrire ce livre, une foule d'hommes intelligents, témoins des faits qu'ils racontent, ont mis en commun leur expérience et leurs observations ; et c'est sur les lieux mêmes qu'on est allé recueillir tous ces documents et qu'on les a contrôlés. Si donc c'est à l'exactitude jointe à la multiplicité et à la variété des détails que les ouvrages de ce genre mesurent surtout leur importance, il est bien certain que celui du P. Viñes mérite de fixer l'attention des météorologistes.

Après le récit de ses voyages, l'auteur expose et discute les résultats acquis. Il a partout en vue les trois ouragans de 1875 et 1876 ; mais il mêle, à l'étude des observations qui s'y rapportent, des rapprochements nombreux, des considérations générales, et d'importants détails sur l'hydrographie et sur la disposition topographique des localités qu'il a visitées.

Dans un premier chapitre, il détermine le cours de chacun des trois ouragans. Les documents fournis par la marine et les journaux lui ont permis de fixer, avec une grande approximation, le point où chacun de ces cyclones prit naissance, de suivre sa marche à travers les mers et les continents, et de tracer par conséquent sa trajectoire moyenne avec les irrégularités dues à la *nutation* de son axe. La trajectoire une fois déterminée et les distances relatives des principaux points étant connues avec le moment du passage du météore en ces points, il est facile de calculer la vitesse de translation qu'il possédait en telle ou telle partie de sa trajectoire.

Le chapitre second contient toutes les données relatives à chacun de ces cyclones considéré dans son étendue, sa forme, son intensité. Ici les détails abondent et ils sont aussi précis que variés. Ils ont trait à

toutes les particularités du phénomène : la détermination de l'aire de pression *minima* où sévit le cyclone ; et des aires de pression *maxima* où règnent les anticyclones ; les dimensions de la couronne de cirrus qui domine le météore et celles de la masse de nimbus qui l'accompagne en répandant sur son passage l'obscurité et la pluie ; le diamètre de la tourmente proprement dite et celui de l'espace central où règne le calme le plus complet ou des vents relativement faibles ; la vitesse giratoire du tourbillon et sa vitesse de translation, prise à différentes distances de l'axe vertical et en divers points de la trajectoire ; la constatation et les effets des balancements du cyclone autour de son axe ; les indications du baromètre avant et pendant le passage du météore ; l'observation et la mesure de l'inclinaison des couches isobares; et une foule d'autres questions du même intérêt.

Tout cela suppose évidemment un ensemble d'observations barométriques nombreuses, simultanées et comparables entre elles ; le P. Viñes disposait des indications du baromètre enregistrées à la Havane et en d'autres localités, et des publications du service météorologique américain. Ce n'est pas peu dire ; car aux États-Unis, on pratique la météorologie en grand ; avec un ensemble, une régularité et une assiduité sans exemple. On en jugera par les détails suivants, que nous empruntons au P. Viñes, sur les publications de l'observatoire central de Washington. « Trois fois le jour, par période de 8 heures, paraissent les *Weather Maps*, où sont décrits les principaux phénomènes atmosphériques, conformément aux données et aux observations simultanées d'un nombre considérable d'observatoires disséminés avec profusion sur tout le vaste continent nord-américain et réunis, par des fils télégraphiques, à un centre commun le *Signal service*. On y trouve le tracé des courbes isobares ou d'égale pression barométrique et, par suite, l'indication de la position et de la marche des tempêtes tournantes avec toutes les circonstances principales qui les caractérisent. On y inscrit aussi les *probabilités futures* relatives aux grands phénomènes atmosphériques pour les différents districts.

» Deux autres publications de la plus haute importance paraissent sous les titres de *International Bulletin of meteorological observations*, et *International Weather Map* ; elles contiennent les résultats d'une observation quotidienne et simultanée de 246 observatoires situés sur l'ancien continent et de 152 sur le nouveau (1). Ce nombre va en augmentant tous les jours et, sous peu, grâce au concours de la marine, on aura des observations simultanées de l'Atlantique et du Pacifique, enlaçant ainsi,

(1) L'observatoire du collège de Belen fait partie de cette association. Tous ces observatoires reçoivent gratis les publications des observations faites en commun.

dans un vaste réseau météorologique, une grande partie de l'hémisphère boréal.

»Tous les mois paraît encore la *Monthly Weather Review*. Cette importante publication, outre une foule d'autres documents précieux, contient le tracé graphique de la marche des tempêtes, les courbes isobares et isothermes du mois, la direction générale du vent et la distribution des pluies (1). »

On nous permettra d'attirer spécialement l'attention sur le paragraphe où le P. Viñes parle des vents tourbillonnants *convergents* et de la véritable forme du cyclone.

Cette question est capitale, puisqu'elle touche à la nature même du mouvement tourbillonnaire et à l'organisation intime des tempêtes ; elle est de plus toute actuelle puisqu'elle reçoit, aujourd'hui encore, deux solutions opposées maintenues l'une et l'autre avec beaucoup d'habileté et de science.

On connaît la théorie de la formation des taches du soleil imaginée par M. Faye (2). Certes, elle ne manque ni de simplicité ni de grandeur ; mais on lui a reproché de ressembler trop à une hypothèse *à priori* qui heurte, en plus d'un point, des faits d'observation dont elle n'a pas tenu compte (3).

Cette théorie exige que les tourbillons qui produisent les taches solaires, soient des girations *descendantes*, naissant dans les courants supérieurs de la photosphère et exerçant une pression centrale dirigée *de haut en bas*. M. Faye accepte cette conséquence ; il va plus loin : il la généralise en l'appliquant à notre atmosphère ; et il déclare que *tous* les mouvements tourbillonnants à axe vertical, qu'on nomme tempête, ouragan, bourrasque, cyclone, etc., sont des girations *descendantes*, se formant dans les courants supérieurs (les contre-alizés) de notre atmosphère aux dépens des inégalités de vitesse de ces courants, et empruntant à la force vive de ces mêmes courants l'action mécanique qu'ils exercent sur la mer ou sur le sol des continents ; ce sont, en dernière analyse, des appareils presque parfaits de transmission de la force dans le sens vertical, avec concentration très énergique au bas, tendance centrifuge à la surface du sol et mouvement ascendant dans la partie extérieure du tourbillon. L'idée des tempêtes d'aspiration centripète à courants ascendants ne serait qu'un préjugé en contradiction avec les faits bien observés (4).

(1) *Apuntes...*, pp. 45-46.

(2) *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1873.

(3) Voir entre autres : *Comptes rendus*, 1873 et 1874. — Secchi, *Le Soleil*. — *Atti dell' Acad. dei Nuovi Lincei*, 1874, etc.

(4) *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875. — Voir aussi les *Comptes rendus* de 1875 et des années suivantes.

Or, de l'avis du P. Viñes, « cette théorie, que son auteur prétend appuyer sur la réalité des faits et les lois de Redfield, n'en reste pas moins une théorie *à priori*, que les faits eux-mêmes se chargent tous les jours de réfuter et de contredire (1). »

Pour prouver cette assertion, le P. Viñes en appelle aux travaux et aux observations de M. Meldrum, directeur de l'observatoire de l'île Maurice (2), de M. W. G. Wilson, de Calcutta (3), de M. R. H. Scott, directeur du « Meteorological office » de Londres, de M. Loomis, des États-Unis (4), etc. A tous ces témoignages, il ajoute celui de sa propre expérience : là où la théorie de M. Faye exige *nécessairement* des courants descendants, une dépression, une tendance centrifuge, l'observation a presque toujours montré, d'une façon bien nette, au P. Viñes comme à la foule des observateurs, des courants ascendants, une aspiration, une tendance centripète (5).

Le troisième chapitre est consacré aux phénomènes qui ont marqué la'pproche, le passage et l'éloignement des trois cyclones, et aux effets désastreux qui en furent les suites.

Les anticyclones avec tout ce qui les caractérise ; la teinte rougeâtre dont se colore le ciel par la décomposition de la lumière solaire dans les régions supérieures de l'atmosphère ; les nuages qui barrent l'horizon et ceux qui s'avancent tumultueusement, poussés par la tempête ; les indications que fournissent la forme, l'orientation, les mouvements, les transformations de ces nuages ; les averses, les rafales, les décharges électriques,... tout est décrit en détail et savamment discuté.

Parmi les désastres qu'occasionne toujours un ouragan, les inondations tiennent souvent la première place. Elles sont dues à l'agitation violente de la mer, aux pluies torrentielles et aux débordements des fleuves qui en sont la conséquence. Les inondations dont l'île de Cuba eut à souffrir, lors des ouragans de 1875 et 1876, furent considérables. Le P. Viñes les décrit en s'attachant tout particulièrement à caractériser celle qui, en octobre 1876, désola les juridictions de Colon et de Cardénas. Ce fut peut-être la plus désastreuse et certainement la plus mystérieuse.

Le P. Viñes a parcouru presque en entier le territoire inondé : il en

(1) *Apuntes...*, p 83.

(2) *Notes on the form of cyclones in the Southern Indian Ocean.* — London, 1873.

(3) *Report of the Midnapore and Burdwan cyclone of october* 1874. — Calcutta, 1875.

(4) Contributions to Meteorology by Prof. Loomis. *American Journal of science and arts.* January and july 1875. — July 1877.

(5) *Apuntes...*, pp. 82-94.

donne une carte dans son livre ; il a étudié les conditions géographiques, le relief et la nature géologique de cette partie de l'île, et il formule à peu près ainsi la conclusion de ses recherches : La grande inondation de 1876 eut pour cause les pluies abondantes et prolongées qui déterminèrent le débordement d'un fleuve souterrain entre Colon et la baie de Cardénas. Après avoir donné des preuves de l'existence de ce fleuve souterrain et des détails sur son origine, son cours, ses affluents, son embouchure, la nature des terrains qu'il traverse et la rapidité de ses eaux, il examine les causes déterminantes et, si je puis m'exprimer ainsi, le *mécanisme* de ses débordements ; il suggère ensuite quelques moyens propres à les prévenir.

Les conclusions théoriques et les applications pratiques qui découlent des faits décrits et discutés jusqu'ici, font le sujet du dernier chapitre.

Si vous tracez sur une carte les courbes d'égales pressions barométriques, observées à un instant donné, vous trouverez des points de pression *minima* et des points de pression *maxima*. Tout minimum peut être considéré comme un centre d'*aspiration* ; et tout maximum comme un centre d'*expiration* ou d'expulsion. L'air des couches inférieures de l'atmosphère se meut horizontalement à la surface du sol : il converge, en suivant des trajectoires spiraloïdes, vers les centres de pression minimum ; et ce mouvement giratoire s'exécute toujours dans le même sens que celui des aiguilles d'une montre, dans l hémisphère austral, et en sens inverse dans l'hémisphère boréal. Le contraire a lieu autour des centres de pression maxima. Du premier de ces deux mouvements naissent les cyclones à courants centripètes et ascendants ; le second produit les anticyclones, à courants centrifuges et descendants. La force principale qui provoque et entretient les tempêtes, se trouve emmagasinée dans la vapeur d'eau enlevée à la surface des mers par la chaleur solaire. C'est cette énergie *potentielle*, rendue *actuelle* par la condensation de ces vapeurs, qui trouble l'équilibre atmosphérique et donne lieu à tous les phénomènes qui sont les conséquences de pressions inégales à la surface du globe. Il suit de là que toute cause qui tend à augmenter ou à diminuer la précipitation de la vapeur d'eau au sein de l'atmosphère, tend, par le fait même, à accroître, ou à affaiblir la violence des mouvements giratoires de l'air.

On peut conclure encore que « l'existence d'un ouragan éloigné se manifeste ordinairement par le passage d'un anticyclone dont les phénomènes suivants nous révèlent la présence : 1° hausse extraordinaire du baromètre ; 2° vents anticycloniques d une certaine persistance ; 3° temps sec, frais et beau ; ciel pur et atmosphère d'une excessive transparence (1). »

(1) *Apuntes...*, p. 239.

L'ouvrage se termine par quelques indications sur plusieurs autres questions pratiques.

Les limites et les exigences d'un discours académique n'ont point permis au P. Vines d'épuiser son sujet. L'importance des documents et des observations qu'il a déjà recueillis et qu'il peut recueillir encore, leur variété et leur multiplicité, son habileté à les discuter et à les coordonner, font désirer qu'il réalise bientôt le dessein annoncé par lui de publier sur ce sujet un travail plus étendu.

J. Thirion, S. J.

II

La lèpre est contagieuse, par un missionnaire attaché aux léproseries, avec une carte coloriée de la distribution géographique de la lèpre.— Paris. J. B. Baillière. 1879.

La question, qui est traitée dans ce livre, est encore fort controversée. Les médecins, qui ont étudié la lèpre de près, sont divisés en deux camps : les contagionnistes et les anti-contagionnistes. Pendant longtemps le premier camp avait la majorité ; il semble que depuis quelques années cette majorité se déplace; la doctrine anti-contagionniste gagne tous les jours du terrain. Cette tendance se manifeste clairement dans l'enquête officielle ordonnée par le gouvernement anglais et qui a abouti à 66 rapports de médecins spécialistes. Or, sur ces 66 rapports, 45 sont nettement contraires à la contagiosité de la lèpre, 9 lui sont favorables et 12 évitent de se prononcer.

L'auteur du livre que nous analysons n'est pas médecin ; il a cru cependant pouvoir travailler à la solution du problème, et il invoque deux excuses : d'abord son séjour, qui date de dix ans, dans une léproserie où il vit ; ensuite le fait que la question de la contagion demande plus d'attention et d'expérience que de connaissances médicales. La première excuse est bonne, la seconde l'est moins.

Ainsi que l'indique le titre de l'ouvrage, l'auteur se prononce carrément pour le caractère contagieux de la lèpre. Les preuves sur lesquelles il s'appuie sont de deux ordres : preuves d'autorité et preuves de fait.

Les preuves d'autorité sont :

1° La croyance constante et universelle des peuples. Il est inutile d'insister sur cet ordre de preuves : tout le monde connaît les mesures de précaution que cette croyance a fait prendre vis-à-vis des lépreux.

Peut-on en tirer parti pour établir scientifiquement le caractère contagieux de la lèpre ? Je ne le pense pas. Qui voudrait s'appuyer sur la croyance universelle des peuples pour nier le mouvement de la terre autour du soleil ?

2° La conviction de beaucoup de graves médecins, très bien placés pour observer. L'auteur cite, en effet, un certain nombre d'autorités médicales qui sont favorables à la doctrine contagionniste. Ces autorités, il les prend dans les différents points du globe où règne le fléau, et plusieurs peuvent être invoquées avec raison à l'appui de son opinion.

Les preuves de fait forment l'objet principal des études de l'auteur. Il les envisage sous cinq chefs différents ;

1° Dans la famille, il cherche à établir que la lèpre peut se propager d'abord par communication directe entre les membres de la famille, ensuite par l'hérédité, enfin par les rapports sexuels.

2° Dans les rapports sociaux : la lèpre se gagne par les rapports ordinaires que les hommes, vivant dans une même localité, ont entre eux ; ensuite et surtout, d'après l'auteur, la lèpre se communique facilement et souvent des malades aux personnes qui les soignent ; enfin un certain nombre de cas sont cités où la lèpre a paru se transmettre de l'homme aux animaux, entre autres aux bœufs, aux chats, aux chiens, aux perruches, aux poules, etc.

L'auteur cherche encore à démontrer la contagiosité de la lèpre par le fait de l'introduction de cette maladie au sein d'un peuple jusque-là indemne, par sa multiplication rapide et considérable, s'il n'y a pas d'entraves à la liberté des communications, par l'impossibilité d'attribuer cette multiplication à l'hérédité seule ou à une production spontanée, enfin par la diminution et l'extinction de la lèpre dans les pays où on a suspendu les communications des malades avec les personnes saines.

De cette doctrine contagionniste découlent des conséquences pratiques d'une haute importance, à savoir : la nécessité de la séparation complète et absolue des lépreux d'avec les hommes sains.

Signalons encore à l'attention quelques considérations de l'auteur sur la disparition de la lèpre de la plus grande partie de l'Europe, et sur l'état actuel de la lèpre à Trinidad (Antilles anglaises) et aux îles Sandwich, enfin la carte coloriée indiquant la distribution géographique de la lèpre sur notre globe.

Quoique cet ouvrage de médecine pure ne soit pas écrit par un médecin, nous ne pouvons lui dénier un mérite réel. Nous ne dirons pas qu'il nous a pleinement convaincu de la thèse. Certains faits qui sont cités sont trop sommaires ou trop peu explicites. Un certain nombre d'autorités que l'auteur invoque sont de mince valeur ; d'autres se prononcent d'une manière moins catégorique qu'il ne faut pour entraîner

une conviction. Enfin l'auteur fait trop peu de cas, me paraît-il, d'un élément étiologique, qui joue un grand rôle dans l'éclosion, la multiplication et la propagation de la lèpre. Je veux parler des conditions hygiéniques générales dans lesquelles vivent certains peuples. Cette cause de la lèpre a été reconnue par la plupart des médecins qui se sont occupés de la question. La distribution géographique et chronologique de la lèpre démontre qu'on ne saurait y attacher trop d'importance. Il ne me paraît pas douteux que l'*ensemble* des conditions hygiéniques exerce une influence sérieuse sur l'éclosion de ce mal. Les remarquables écrits du Dr Wernich (1) sur la lèpre montrent que cette influence est bien en rapport avec les notions anatomo-pathologiques que nous possédons sur cette redoutable maladie.

Ces réserves faites, j'estime que l'ouvrage mérite d'être consulté par tous ceux qui s'intéressent à cette question. S'il ne donne pas une conviction positive et absolue, il démontre tout au moins que le problème n'est pas encore résolu. Quelques faits me semblent même inexplicables par toute autre cause que la contagion. Reste à voir s'ils ont été bien observés.

Les conclusions pratiques de la lecture du livre me paraissent devoir être celles-ci :

1° Il est indispensable de maintenir comme mesure préventive la séparation absolue des lépreux d'avec les personnes saines.

2° Il faut s'efforcer d'améliorer les conditions hygiéniques dans lesquelles certains peuples vivent.

3° Peut être serait-il nécessaire de prendre des mesures légales pour empêcher la propagation du mal par hérédité.

Dr Mœller.

III

Annuaire *de l'Observatoire de Montsouris* pour 1879. — Paris, Gauthier-Villars.

Calqué, comme plan et comme format, sur l'Annuaire du Bureau des longitudes, l'Annuaire de Montsouris répond à un objet tout différent. Le premier a pour but de mettre à la portée du public les données

(1) Wernich. Ueber die Formen und den klinischen Verlauf des Aussatzes (*Sammlung klinischen Vorträge*, n° 156 - 1878). — Wernich. Ueber die Aetiologie, das Erlöschen und die hygienische Bekämpfung des Aussatzes. (*Samml. klin. Vort*, n° 158, 1879).

les plus usuelles de l'astronomie, de la statistique géographique, de la physique et de la chimie, sans omettre la nomenclature des poids, mesures et monnaies ; le second est, avant tout, un exposé et un relevé d'observations météorologiques avec quelques applications à l'agriculture et à l'hygiène. Celui-là s'adresse au grand public non seulement des hommes de science, mais des simples lettrés et du monde des affaires ; celui-ci n'intéresse guère que les savants et les agronomes. L'Annuaire des longitudes est, somme toute, un manuel de vulgarisation pratique ; l'Annuaire de Montsouris est un recueil de recherches dans une science qui débute encore et qui doit travailler à s'asseoir et à s'assurer sur ses bases avant de songer à *populariser* ses découvertes, au moins au sens large et général de ce mot.

Nous allons retracer rapidement le plan de l'ouvrage et indiquer sommairement les matières dont il s'occupe.

Après une courte introduction dans laquelle le Directeur de l'Observatoire météorologique, M. Marié-Davy, fait connaître les noms de ses collaborateurs et les parties du service confiées à chacun d'eux (1), une vingtaine de pages est consacrée à tout ce qui intéresse essentiellement le calendrier ; c'est une réduction abrégée des 80 premières pages de l'Annuaire du Bureau des longitudes. Suivent quatre séries de tables ou tableaux accompagnées chacune d'une notice explicative et démonstrative de leur mode de formation et de leur emploi : 1° *Tables actinométriques* donnant la mesure de l'intensité ou la somme des rayons solaires arrivant jusqu'à nous, soit directement quand le ciel est sans nuage, soit par réfraction quand le temps est couvert ou pluvieux; 2° *Tables psychrométriques* pour indiquer les différences de température observées, toutes autres conditions égales d'ailleurs, entre le thermomètre mouillé et le thermomètre sec, d'où se déduit l'état hygrométrique de l'air; 3° *Tableaux numériques à l'usage des agriculteurs*, faisant connaître, pour chaque nature de grain ou fourrage (blé, épeautre, seigle, orge, avoine, sarrasin, maïs, trèfle, luzerne, sainfoin et foin des prairies naturelles), le poids moyen de l'hectolitre de semence, la quantité à employer pour l'ensemencement d'un hectare, les rendements minimum, moyen et maximum de la même surface, en grain et en paille ou en fourrage vert ou sec. Ces tableaux donnent encore, pour les grains les plus importants, les rapports du poids du grain au poids de la paille, et pour toutes ces céréales, le poids des diverses matières minérales contenues dans 1 kilogramme de grain, de paille sèche et de fourrage vert. Un *tableau résumé* présente ensuite, en un coup d'œil d'ensemble, la quantité de cha-

(1) MM. Léon Descroix : Météorologie proprement dite,
Albert Lévy : Analyse chimique de l'air et des eaux météoriques,
P. Miquel : Étude microscopique des poussières organiques.

que denrée produite par une récolte moyenne et du poids d'azote, d'acide phosphorique, de potasse et soude, de magnésie et chaux contenue dans chacune d'elles, puis l'application de ces données aux divers assolements: on se rend compte d'un seul coup de la proportion des éléments laissés ou enlevés au sol par chaque système d'assolement et de ce qu'il est nécessaire de lui restituer.

Ces deux dernières séries de tableaux et les explications qui les accompagnent représentent à nos yeux, dans les vingt et quelques pages qu'elles remplissent, la partie la plus immédiatement pratique et applicable, sinon la plus scientifique, de tout le volume.

Une nouvelle grande division fait suite aux tableaux agronomiques. Elle a pour objet les observations météorologiques *anciennes* faites à Paris et se partage en quatre importants chapitres. Le chapitre des observations *thermométriques* commencées par les Cassini dès la seconde moitié du XVIIe siècle, mais poursuivies régulièrement depuis 1699 seulement, ouvre la série. Des données ainsi recueillies on a déduit tous les renseignements qu'elles pouvaient fournir : températures extrêmes réparties par années, par saisons, par mois ; températures moyennes, diurnes, mensuelles, annuelles, par périodes d'années.—Le chapitre des observations *barométriques* est beaucoup plus court : il ne contient ni tableaux ni données statistiques, mais un simple exposé de la manière dont se comporte cet instrument suivant la latitude, l'altitude, la température, le moment de l'année ou de la journée. — Nous retrouvons des tables, et des tables très minutieusement détaillées, dans le chapitre III relatif aux observations *pluviométriques* ou *udométriques*. Ces observations furent commencées pour la première fois en 1689 à l'Observatoire de Paris par Philippe de La Hire et poursuivies par ses successeurs jusqu'en 1754 ; interrompues pendant 18 ans, elles furent reprises par Jeaurat, de 1773 à 1798, puis interrompues de nouveau de 1798 à 1802 et enfin reprises en 1802 pour ne plus subir de lacunes depuis lors. Les tables que publie l'Annuaire donnent les hauteurs de pluie tombée mensuellement, annuellement, par saisons, par périodes d'années, d'après les pluviomètres de l'Observatoire, puis le total pour chacune des 282 stations météorologiques de France (Corse comprise) de 1864 à 1870. — Les observations sur la déclinaison (dès 1550) et sur l'inclinaison (dès 1761) de l'aiguille aimantée, autrement dit les observations *magnétiques* occupent le quatrième et dernier chapitre. Orientale et de 11°30 en 1580, nulle en 1666, la déclinaison est occidentale depuis 1667 ; après avoir oscillé autour de 22° de 1790 à 1835, elle se rapproche depuis lors du méridien terrestre avec lequel elle forme actuellement un angle de 13 à 19 degrés environ (à Paris 17°.19′ ; à Nice 14°.18′; à Bruxelles 16°.47′; à Strasbourg 14°.48′; à Gênes 13°.43′; à Quimper 20°.05′). L'inclinaison, qui était de 75° en 1671,

n'est plus que de 65° ; l'aiguille aimantée tend donc à se rapprocher de l'horizontale comme si le pôle magnétique de la Terre s'éloignait de nous.

La description méthodique des instruments employés à l'Observatoire météorologique de Montsouris remplit une autre grande division. De nombreuses figures accompagnent le texte. Sans entrer dans le détail de cette multitude d'instruments perfectionnés, nous dirons seulement qu'ils comprennent des *baromètres*, des *thermomètres* de divers modèles et installés d'autant de manières qu'il est nécessaire pour varier les observations ; des *actinomètres*, y compris le cyanomètre destiné à mesurer l'intensité de l'azur du ciel, et le photomètre d'Arago ; un *thermographe* composé d'un psychromètre, d'un thermomètre de la surface du sol et d'un actinomètre ; divers *hygromètres*, *psychromètres* et *évaporomètres ;* des *anémomètres* pour mesurer la direction et la force des vents ; des *électromètres ;* des *boussoles* de voyage et de variations en déclinaison, d'inclinaison absolue, de variations en inclinaison. Ces instruments ne sont pas les seuls ; chacune de leurs catégories comprend en outre des appareils enregistreurs au moyen desquels les courbes résultant des variations à observer s'inscrivent automatiquement sur des feuilles préparées à cet effet.

Une carte magnétique de la France et des pays les plus voisins avec texte à l'appui , et indication de la déclinaison de l'aiguille aimantée en divers lieux en 1878 , et à l'observatoire de Montsouris, pendant les 13 mois de septembre 1877 à septembre 1878, complète la portion la plus technique de l'Annuaire.

Sous les rubriques suivantes : « Météorologie appliquée à l'hygiène et à l'agriculture, » — « Eléments climatériques, » — « Analyse chimique de l'air et des eaux, » — « Étude sur les poussières organisées de l'atmosphère, » — on trouve des exposés qui se rapprochent, comme attrait de lecture et genre d'intérêt, de la *Notice scientifique* toujours si goûtée dans l'Annuaire du Bureau des longitudes. Ils en diffèrent toutefois en ce sens que si la *Notice* de ce dernier recueil offre généralement un résumé fait à grands traits, une sorte de synthèse de quelque découverte importante ou de quelque grande théorie scientifique, les chapitres, notes ou études de l'Annuaire de Montsouris dont nous avons indiqué les titres se bornent, plus modestes en leurs allures, à raisonner sur des détails groupés et rassemblés à cet effet, et à en déduire ou au moins à en indiquer les applications pratiques.

Analyser ces quatre chapitres , par eux-mêmes très condensés , nous entraînerait beaucoup trop loin. Bornons-nous à en faire connaître les principales subdivisions.

Deux éléments météorologiques fondamentaux ont, sur la vie animale et la vie végétale, une action essentielle : l'air, et l'eau ou plutôt *les eaux*. Dans le premier : rôle et importance réciproque de l'azote, de l'oxygène et de l'ozone, cet oxygène électrisé, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque ainsi que de composés accidentels qui peuvent se rencontrer dans l'atmosphère, de l'électricité, de la vapeur d'eau ; plus spécialement, au point de vue de l'hygiène, influence des organismes microscopiques dont l'air est peuplé.— Dans le second terme : importance de la qualité et de la non-pollution des eaux alimentaires au point de vue de la salubrité publique, avantages et richesse à procurer à l'agriculture par un judicieux emploi des eaux chargées de matières ammoniacales, rôle des eaux de toute nature dans la végétation des céréales, dangers des émanations provenant des eaux putrides et moyens de les conjurer.

Le chapitre des « *Éléments climatériques* relevés et calculés par M. Descroix » a pour objet d'étudier l'action de la chaleur, de la lumière, de l'humidité, et des variations de proportionnalité de ces trois éléments sur la végétation. La comparaison des températures et des divers états météorologiques du ciel observés jour par jour et mois par mois pendant les six années 1872-1873 à 1877-1878, sert de base à ces calculs. Trois natures de plantes font, à cet effet, l'objet des investigations du chef laborieux du service météorologique à Montsouris : le blé, la betterave, la vigne; et les résultats qu'il constate méritent d'être médités par tous les agriculteurs.

Dans l' « Analyse chimique de l'air et des eaux » de M. Albert Lévy, *Note* sinon plus technique du moins, plus que les précédentes, hérissée de chiffres et de données analytiques dans le corps même du texte, il faut distinguer trois parties : 1° l'analyse des pluies, dosant principalement les quantités d'ammoniaque, d'acide nitrique et de matières organiques versées par elles sur le sol parisien; 2° l'analyse de l'air, portant sur l'ozone, amené ou produit par les vents tournant vers l'ouest par le sud, sur l'ammoniaque, sur l'acide carbonique ; 3° enfin l'analyse des eaux courantes employées à l'alimentation de Paris et au lavage de ses rues, ainsi que des eaux de ses égouts après leur drainage dans la plaine de Gennevilliers.

L' « Étude sur les poussières organisées de l'atmosphère » par M. Pierre Miquel, chef du service micrographique, est de beaucoup la plus importante, nous dirions volontiers la plus originale, en tout cas la plus curieuse, des quatre que nous avons énumérées. Les nombreuses figures qui l'accompagnent représentant, sous un grossissement suffisant, les innombrables variétés de *microbes*, pollens, fructifications cryptogamiques, germes de vibrions, bactéries, torules, dont se compose une partie seulement des poussières vivantes de l'air, donnent à ce chapitre un attrait de plus. L'on ne saurait aisément résumer cette étude bourrée

de faits microscopiques : nous dirons seulement que par la constatation des énormes quantités de germes organiques d'une infinitésimale petitesse comprises dans les poussières qui peuplent l'atmosphère, un appui considérable est donné à la théorie du panspermisme, si brillamment soutenue par M. Pasteur. Les expériences et les observations personnelles de M. Miquel viennent d'ailleurs toutes à l'appui des conclusions de l'illustre savant, et nous ne pouvons mieux clore ce compte rendu qu'en reproduisant textuellement la dernière et la plus importante de ses conclusions :

« Sans nier, pour certains êtres microscopiques, un cycle de transformations que l'expérience a déjà établi pour quelques-uns d'entre eux, les faits que nous avons pu recueillir sont en opposition constante avec la théorie de la génération par homogénie *indirecte* (1). »

J. d'E.

IV

Cartes du temps *et avertissements de tempêtes*, par Robert H. Scott, M. A. F. R. S., secrétaire du bureau météorologique de Londres. — Traduit de l'anglais par MM. Zurcher et Margollé. — Paris, Gauthier-Villars, 1879.

Si la prévision du temps à longue échéance est et menace d'être bien longtemps encore du domaine essentiel de la conjecture et de la fantaisie, il n'en est pas de même de la prévision prochaine des tempêtes, des bourrasques, des variations plus ou moins accentuées de l'état atmosphérique. Variations de l'atmosphère, bourrasques et tempêtes, comme tous autres phénomènes naturels, obéissent à des lois, c'est-à-dire à une succession d'états particuliers procédant les uns des autres, de telle sorte que la connaissance exacte des premiers permet de conclure

(1) De nos jours, dit M. Miquel dans les premières pages de son travail, on compte encore quelques savants, plus ou moins partisans avérés de l'hétérogénèse. Afin de concilier leurs opinions avec les progrès de la science, ils ont été obligés de créer jusqu'à quatre modes de générations : la génération par *homogénie directe*, par *homogénie indirecte*, par *hétérogénie* et par *archébiose*... Rien n'est encore moins prouvé que ces assertions, et, pour nous servir d'une des expressions mises en vogue, la génération par *homogénie directe* est la seule qui soit parfaitement établie. (Annuaire de Montsouris pour 1879, p. 439.)

d'une manière certaine ou très probable à ceux qui doivent les suivre.

Les trois principaux facteurs des variations du temps sont la pression atmosphérique, la chaleur et l'humidité; mais attendu que les deux derniers entrent comme des composants importants dans le premier, on peut dire que l'observation barométrique est la base fondamentale de la construction des cartes du temps, pourvu toutefois qu'elle soit complétée par celle de la direction du vent, laquelle est aussi, dans une certaine mesure, fonction de la chaleur et de l'humidité.

Couvrir une région déterminée de stations télégraphiques de météorologie constamment occupées à renseigner, sur la pression barométrique, la direction et la force du vent au point où elles sont situées, un bureau météorologique central, tel est le moyen de constater la naissance et la marche des grands phénomènes atmosphériques et de prévoir les lieux et temps de leurs effets immédiats et prochains. L'importance, pour la navigation et l'agriculture, de l'organisation et du fonctionnement réguliers de pareils services semble évidente par elle-même. Déjà réalisé à un degré étonnant de développement dans l'Amérique du nord, un tel service est également établi en Angleterre quoique dans des proportions plus restreintes. Les stations en correspondance télégraphique avec le bureau météorologique de Londres sont actuellement au nombre de cinquante dont vingt-huit dans les Iles Britanniques, sept dans les États Scandinaves, tant sur les rives de la Baltique que sur les bords de l'Océan, quatre sur le littoral continental de la mer du Nord, une à Bruxelles, neuf en France de Charleville à Toulon et de Biarritz à Calais en longeant le golfe de Gascogne, enfin une en Espagne à La Corogne.

Par la comparaison des observations recueillies au même instant sur tout ou partie de ces différents points, on réunit les éléments nécessaires à la construction d'un bulletin quotidien ainsi qu'au tracé de la *Carte du temps* pour cet instant donné. La publication immédiate de ces cartes du temps permet à tous les intéressés d'être renseignés et de prendre, si besoin est, les mesures nécessaires pour conjurer à temps ou au moins atténuer les effets de telle modification importante et prévue dans l'état atmosphérique.

Décrire ces cartes, familiariser le public avec leur lecture et en montrer l'utilité, tel est le but que s'est proposé le secrétaire du bureau météorologique qui les publie. Il procède méthodiquement et commence par décrire les instruments d'observation et leur mode d'emploi : 1° le *baromètre* et les corrections dont ses lectures doivent être accompagnées pour que, dégagées des erreurs pouvant provenir de l'échelle de l'instrument, de la capillarité et de la capacité du tube et du réservoir, réduites à 0° et au niveau de la mer, elles soient toutes immédiatement comparables entre elles; 2° le *thermomètre* avec observations quotidiennes des maxima et des minima ; 3° le *psychromètre* et le *pluviomètre* mesurant

le degré d'humidité ou de siccité de l'air et la quantité de pluie tombée. Il reste l'observation de la direction et de la force du vent, lesquelles s'observent au jugé d'après une classification empruntée aux marins et qui comprend toutes les variétés de temps depuis le *Calme* ou 0, la *Faible brise* (1).... la *Forte brise* (6) jusqu'à la *Tempête* (11) et enfin l'*Ouragan* (12). A ces quatre ordres d'observations s'en ajoutent deux autres qui ne comportent l'emploi d'aucun instrument et sont relatifs à l'*état du temps* (*b* = ciel bleu, *c* = *id.* avec nuages séparés,.... *h* = grêle, *l* = éclairs...., *s* = neige, *t* = tonnerre...., *w* = rosée), et à l'*état de la mer* (0 = calme plat, 1 = mer très belle,.... 4 = mer agitée,.... 7, grosse ; 8, très grosse ; enfin 9 = mer démontée).

Une corrélation qui paraît absolue existe entre le vent et l'état de la pression atmosphérique ; le premier est, en effet, toujours lié à une perturbation de la seconde, l'air tendant à rentrer, quand il en a été écarté par une cause quelconque, dans ses conditions d'équilibre et de mouvement normal. Cette corrélation se traduit par cette loi dite de Buys-Ballot : *Tournez le dos au vent et le baromètre sera plus bas à votre gauche qu'à votre droite* dans l'hémisphère nord, et inversement dans l'hémisphère austral. Or, si l'on considère la force du vent comparée à la différence des pressions barométriques aux deux extrémités d'une distance donnée, on a entre ces deux termes une relation, un rapport qui, substitué à l'observation directe et isolée du baromètre, donne la raison des contradictions apparentes si souvent relevées entre les indications de cet instrument et l'état du temps. Ce rapport, comparable à celui qui détermine le degré d'inclinaison d'une route ou d'un terrain quelconque, est appelé *gradient*.

Considéré indépendamment des causes accidentelles, comme la configuration du sol, par exemple, qui modifient sa direction normale, le vent, dans les tempêtes, se meut suivant une courbe ordinairement fermée, aussi bien dans la zone tempérée, que dans la zone intertropicale quoique d'une manière moins marquée (1). Il n'y a donc pas, à proprement parler, de tempêtes rectilignes, comme on le croyait autrefois ; mais toutes revêtent plus ou moins le caractère cyclonique (κύκλος, *cercle*).

En traçant, sur la carte de la région occupée par les stations dont nous avons parlé, des lignes d'égale pression barométrique ou lignes *isobares* (ἴσος, *égal* et βάρος, *poids*) on obtient un ensemble de courbes indiquant clairement la distribution de la pression barométrique dans la région, et dont les plus centrales sont fermées, concentriques et d'une forme qui se rapproche de l'ellipse ; très voisines quand les directions du vent

(1) Voir les nombreuses cartes et figures qui enrichissent l'ouvrage de M. Robert Scott, particulièrement les fig. 2, 3, 5 et 7.

sont convergentes vers le centre, qui est alors un centre de dépression, ces courbes sont beaucoup plus rares et plus éloignées quand la direction est opposée. Dans le premier cas le vent tourne *en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre,* l'aire de son évolution est *cyclonique ;* il est plus ou moins violent et la valeur des gradients est élevée. Dans le second cas, la valeur des gradients est faible, la force du vent est beaucoup moindre, son aire d'évolution est *anticyclonique*, et la pression atmosphérique au centre et au-dessus de sa valeur moyenne dans les régions environnantes.

Les aires cycloniques et anticycloniques ne sont pas stationnaires ; elles se meuvent, celles-ci lentement, celles-là avec une rapidité plus ou moins grande, et amènent des phénomènes différents, pour une station d'observation donnée, suivant que la trajectoire de leur centre passe à droite ou à gauche de ce centre. Les systèmes cycloniques ne sont pas non plus toujours isolés, mais sont souvent accompagnés de dépressions secondaires ou même de systèmes satellites qui modifient matériellement la valeur des gradients et compliquent les effets du phénomène.

Quant à la vitesse de la tempête, les observations faites jusqu'ici ne permettent guère de la déterminer d'avance ; mais au moins peut-on préjuger sa direction probable, en ayant soin de tenir compte de la conformation de la contrée et, autant que possible, des aires anticycloniques voisines qui influent sur cette direction dans une mesure importante. Or, si les cartes indiquant par leur succession la marche des lignes isobares et de la direction des vents et par suite des tempêtes ne sont généralement pas accessibles au gros public et s'adressent seulement aux observateurs pourvus de connaissances spéciales, il n'en est pas moins d'une application pratique et fertile en heureux résultats, de traduire par des signaux télégraphiques, visibles au loin et intelligibles au public et aux hommes de mer, les symptômes de tempêtes probables et prochaines. Un important chapitre est consacré par l'auteur à développer cette grave question.

Fait par un Anglais, par un agent considérable du service météorologique public d'Angleterre, l'ouvrage que nous analysons est naturellement conçu et exécuté au point de vue de la navigation et du commerce anglais. Son intérêt pour les lecteurs du continent européen est par suite moins dans les faits et les résultats qu'il expose, pris en eux-mêmes, que considérés au point de vue de leur extension possible aux autres pays. Il contribuera à répandre et à populariser l'idée féconde de multiplier les centres et les stations télégraphiques de météorologie appliquée à l'étude du mouvement des pressions atmosphériques et de la marche des vents. Un vaste réseau international ainsi constitué rendrait des services innappréciables, non seulement en étendant le cercle des observations mais encore en complétant et corroborant les unes par les autres. A

ce point de vue en particulier, on ne saurait trop recommander les *Cartes du temps* de M. Robert Scott.

J. d'E.

V

L'ILE DE CHYPRE. *Sa situation présente et ses souvenirs du moyen âge* par L. DE MAS LATRIE, professeur à l'École nationale des Chartes, chef de section aux Archives nationales. — Avec une carte. — Paris, Firmin-Didot, 1879.

Les événements qui se sont récemment produits en Orient et le contre-coup que Chypre, cette île semi-européenne et semi-asiatique, en a ressenti, ont attiré sur elle l'attention jusqu'alors un peu distraite et un peu oublieuse des contemporains. Parmi les diverses publications qui ont vu le jour à cette occasion, nous signalerons celle de M. de Mas Latrie qui, par les nombreuses données physiques, agricoles, industrielles et géographiques qu'elle contient, revêt un véritable caractère scientifique, sans compter la part importante faite aux souvenirs purement historiques qui lui sont propres. Laissant de côté cette seconde partie, quel que soit son intérêt, occupons-nous de la première qui a pour objet et pour titre la *Situation présente de l'île de Chypre*.

Riche et fertile aujourd'hui comme dans l'antiquité, la terre de Chypre souffre cependant de deux fléaux à l'intensité desquels l'incurie de l'homme n'est pas, sans doute, étrangère. Nous voulons parler des chaleurs torrides de l'été et de l'insuffisance de l'eau, aggravées par la destruction presque complète des forêts qui couvraient autrefois ses montagnes, et compliquées des émanations produites par les flaques fétides dont on a laissé s'obstruer l'embouchure des cours d'eau ainsi que par les nombreux marais résultant de leur défaut d'écoulement. Des invasions de sauterelles la désolent aussi quelquefois.

La forme générale de l'île peut être comparée à l'aile d'un gigantesque papillon de l'une de ces espèces communément appelées « porte-queue (1). » La *queue* serait tournée au nord-est et représentée par le promontoire du Karpas, et la muraille montagneuse de Cérines représenterait, du cap Kormakiti (nord-ouest) au mont Kantara (nord-est), c'est-à-dire parallèlement à la côte méridionale de la Turquie d'Asie, la nervure qui rattache l'aile au corselet. Cette chaîne forme, avec celle à

(1) *Papilio podalirius, P. machaon. P. alexanor.*

base beaucoup plus large et beaucoup plus ramifiée, du *Troodos* ou des *Monts Olympes*, qui règne aussi de l'ouest à l'est, mais sur l'étendue méridionale de l'île, tout le système orographique cypriote. Entre deux s'étend, de la baie de Pendaïa, que commande au nord le cap Kormakiti, au golfe de Famagouste borné au nord-est par le long promontoire du Karpas, une fertile et vaste plaine, « des plus fécondes du monde, » occupée à l'est par les districts de Famagouste et de la Messorée, à l'ouest par celui de Morpho et la partie méridionale de celui de Cérines (Kerinia), au centre par la ville de Leucosia ou Nicosie, la capitale de l'île, qu'entourent les districts d'Orini et Tyliria à l'ouest, de Kythrea ou Cythère à l'est.

Située par 34° 33′ à 35° 43′ de latitude nord, et 29° 55′ à 32° 17′ de longitude est, l'île de Chypre a 55 lieues de longueur, du cap Saint-Épiphane, son extrémité occidentale, à la pointe du Karpas ou cap Saint-André au nord-est ; sa largeur est de 10 à 16 lieues en exceptant la langue du Karpas qui n'en a que six. Sa superficie est de 500 lieues carrées environ (1). C'est à peu près celle de la Corse (2). Seules de toutes les îles de la Méditerranée, la Sardaigne (3) et la Sicile (4) sont d'une plus grande étendue.

Les montagnes les plus remarquables sont, dans la chaîne de Cérines et de l'est à l'ouest : le Kantara au nord et à neuf lieues de Famagouste, autrefois Arsinoé, le principal port oriental de l'île, située au sud de l'antique Salamine et de la rade de Constantia, la Famagouste byzantine; le Buffavent ou *château de la Reine*, point le plus élevé du *Pentadactylon* (987^{m} d'altitude) à 3 ou 4 lieues au nord de Nicosie, — et le Saint-Hilarion à quelques kilomètres au sud-ouest du port de Cérines qu'il domine ainsi que la plaine de Leucosia. Dans la chaîne du Troodos, le sommet le plus important, orographiquement comme historiquement, est l'Olympe dont l'altitude est de 2007^{m}. Il occupe à peu près le centre de la moitié occidentale de l'île. On voit encore sur les hauts versants une pineraie, l'un des derniers débris des ombreuses forêts qui couvraient autrefois toutes ces montagnes et régularisaient le régime des cours d'eau, aujourd'hui intermittents pour la plupart, qui sortent de leurs flancs. Le Mont Adelphé, haut de 1639^{m}, à 8 ou 9 lieues au nord du port méridional de Limassol ; le mont Sainte-Croix ou *Stavro-Vouni* (700^{m}) à 5 lieues à l'ouest de Larnaka, port du sud-est; à distance à peu près égale de l'un et de l'autre, le mont Machéra, d'une altitude de

(1) 8650 kilomètres carrés, d'après l'Annuaire du Bureau des longitudes, soit 540 lieues carrées.

(2) 8747 kilomètres carrés (ibid.) ou 546 lieues carrées.

(3) 24342 kilomètres carrés (ibid.) ou 1521 lieues carrées.

(4) 29241 kilomètres carrés (ibid.) ou 1890 lieues carrées.

1441^{m}, à 5 lieues de la mer, sont les principaux sommets du massif des monts Olympes.

On a nommé déjà les principales villes ou bourgades, les principaux ports de notre île. Ces derniers ne pourront rendre les services maritimes, qu'implique la qualité de ports, que moyennant d'importants travaux de restauration ou de constructions nouvelles.

La distribution administrative — ou plutôt fiscale — résulte d'une division de l'île en treize districts. Nous en avons déjà cité quelques-uns : au nord celui de *Cérines* (Kérinia) *et Lapithos* où abondent les oliviers, les caroubiers, les citronniers, les orangers et qui a pour principal lieu habité, Nicosie la capitale de l'île, — et celui de *Karpas* qui produit soie, coton, blé, tabac, garance, fruits, légumes, sans parler de quelques débris de forêts où se fabrique du charbon et où se rencontrent chevaux et bêtes à cornes redevenus sauvages, lièvres, bartavelles, francolins. A l'est, les districts de *Famagouste* et de la *Messorée* : ce sont les plaines de la Messorée qui valent surtout à la partie non montagneuse de l'île la réputation méritée d'être des plus fertiles du monde ; champs de blé, d'orge, de coton, nombreux troupeaux de chameaux la couvrent ou la parcourent Quelques lieues de la chaîne des Cérines traversent au nord le district de la Messorée que protègent au midi, contre les vents de mer, les dernières ramifications orientales de la chaîne de Troodos. Le district de Famagouste longe le littoral de l'est et, en dehors des marais de Constantia et de Salamine, tient de la fertilité du Karpas et de la Messorée. Au centre, le district de *Kythrea* ou *Kythri* qui renferme les ruines d'Idalie et de Cythère, celui d'*Orini* et *Tyliria* dont le chef-lieu Lithrodonda, bourg de cent quarante familles, donne son nom au deuxième crû de l'île : l'un et l'autre offrent aux environs de Nicosie un sol pierreux et moins fertile que dans le surplus de la plaine. Ce sont les versants du Machéra et du Tyliria et les environs de Péra qui contiennent les vignobles cotés sous les numéros 2, 3, 6, 7 et 8, comme crûs cypriotes. Les districts de *Limassol* et de *Larnaka* ou *des Salines*, au sud des deux précédents, districts essentiellement montagneux, contiennent tous deux d'importantes salines et sont renommés, le second, pour ses vignobles qui donnent les meilleurs vins de l'île, le premier, comme étant le grand entrepôt du commerce des vins, eaux-de-vie et raisins secs de tout le pays : le port de Larnaka, où réside une colonie européenne importante, est le siège du grand commerce d'importation et d'exportation. *Piscopi, Kilani, Avdimou, Kouklia*, sont, avec Larnaka et Limassol, les chefs-lieux des six districts qui se partagent les versants sud de l'important massif montagneux des monts Olympes. Tous, sauf Kouklia, contiennent de riches et abondants vignobles et des bois d'oliviers sauvages qu'un peu de culture rendrait productifs. Piscopi ou Episcopi est le nom moderne de l'ancienne Curium, comme *Baffo*, pauvre village qui désigne l'un des

districts de l'ouest, correspond au Paphos de l'antiquité : fertile en grains, en soie et en tabac, produisant une race de chevaux petits mais agiles, ce district est, en raison de son insalubrité, l'un des moins peuplés. La partie occidentale de l'île contient encore trois districts qui complètent la liste : *Chrysocho*, *Lefca*, et *Morpho*. Le premier est peut-être le plus montagneux de l'île et aussi le plus déboisé par suite de l'exploitation de ses richesses minéralogiques, aujourd'hui épuisées; cependant il contient encore quelques débris de la forêt de l'Olympe dans sa partie orientale, et à l'autre extrémité, au sud du cap Épiphane, les monts Acamas couverts de maigres taillis que parcourent des bœufs et porcs sauvages. C'est au district de Lefca qu'appartiennent les monts Adelphé et Troodos ou Olympe avec les principaux restes de la forêt du même nom ; il s'étend de ces hauts sommets jusqu'à la mer par les vallées de Maréthasse, de Myrianthoussa et de Pendaïa (celle-ci donnant son nom au golfe), toutes couvertes de jardins et de fleurs, parfois de vignes, et arrosées de nombreux cours d'eau. Par le district de Morpho, appuyé au sud sur les contreforts inférieurs du massif des monts Olympes, nous rentrons dans la vaste plaine qui occupe, de l'ouest à l'est, la partie médiane de l'île et qui se confond, dans sa région occidentale et maritime, avec celle de Pendaïa. Les cours d'eau qui traversent ce district sont, plus encore qu'ailleurs, habituellement à sec pendant l'été ; menacé, à l'ouest, de l'envahissement des dunes que poussent les vents du large, il produit abondamment, dans l'intérieur des terres, le blé, l'orge, le lin, le coton, la soie, la garance et nourrit de nombreux troupeaux.

Telle est, très sommairement résumée, la description générale de la Chypre. Terre essentiellement fertile, elle ne produit que la très minime part de ce qu'elle pourrait donner, bien qu'elle ne demande au cultivateur que la moindre somme de travail. Sur un million environ d'hectares de terres cultivables qu'elle contient, plus de neuf cent mille, soit les 14/15, sont abandonnés à eux-mêmes. Cependant, outre les produits variés que nous avons eu déjà occasion de mentionner, tels que grains (blé et orge), coton, soie, garance, tabac, caroubes, huile, vins, lin et chanvre, elle fournit un sésame estimé, de la coloquinte, de la *colocasse*, une légumineuse alimentaire pouvant être employée comme succédané de la pomme de terre, et surtout des produits forestiers, animaux et minéraux. Presque entièrement boisée encore au temps de Strabon, Chypre ne l'est plus, à proprement parler, que le long de l'arête principale de la chaîne des monts Olympes, depuis Lefkara, dans le Larnaka, jusqu'au niveau du village de Lisso et des ruines de l'Abbaye de Jaille, dans le Chrysocho, en passant par le Machera, l'Adelphé, le Troodos et les sommets principaux du Myrianthoussa, couvrant une étendue d'une quinzaine de lieues dans le sens de la longueur sur une largeur maxima de trois lieues. Composée très principalement d'essences résineuses,

accompagnées, dans les altitudes moyennes, de quelques belles variétés de chênes, cette masse boisée fournit surtout des bois de construction et de chauffage dont une partie s'exporte en Asie Mineure, et une résine très estimée mais qui, extraite sans soin et gaspillée, entraîne promptement la mort des arbres qui la fournissent. Au-dessous de la région des pins, sur les collines et dans les vallées qui la séparent de la plaine où croissent librement les myrtes et les lauriers roses, on trouve des bois de genévriers et de cyprès, remises des francolins, des bartavelles et d'innombrables lièvres ; les lentisques dont on extrait le mastic, les cistes dont les feuilles sécrètent le ladanum, le sumac des corroyeurs, les lauriers, l'arbousier, les érables même, y forment des taillis d'un peuplement assez complet. L'aloès et le cyprus, qui y abondaient jadis, y sont devenus rares.

Les animaux qui dominent sont le chameau, le mouton, la chèvre, le porc, la poule et la dinde. Les chevreaux sont particulièrement estimés pour leur chair et pour leurs peaux dont une part importante s'exporte chaque année à Marseille ; les moutons ont souvent un développement de queue extraordinaire qui porte cet appendice au poids de 7 à 8 kilogrammes.

Objets, dans l'antiquité, d'une immense exploitation, le cuivre et le fer doivent exister encore, avec peut-être d'autres minerais, dans les profondeurs des montagnes. Les pierres à bâtir, le gypse, la terre à briques abondent à Chypre. Le cristal de roche, le jaspe, l'agathe, l'améthyste, l'amiante, les terres tinctoriales n'y sont point rares, et le sel y est recueilli, on l'a vu, dans des lacs ou étangs salins voisins des villes de Limassol et de Larnaka. Avec ces éléments d'incalculables richesses, Chypre, bien déchue de sa splendeur des siècles passés, n'a presque pas d'industrie, et son commerce, aussi peu développé que son agriculture, se traduit par les chiffres annuels moyens de 7 500 000 fr. d'exportations et de moins de quatre millions (3 175 000 fr.) d'importations, tandis que le revenu qu'elle fournit à ses maîtres, — les Turcs jusqu'à l'an dernier — s'élève à près de quatre millions et demi.

La partie scientifique du livre de M. de Mas Latrie se complète par un exposé fort intéressant des procédés qu'il a employés pour dresser la carte de l'île de Chypre dans son état actuel, des travaux antérieurs sur lesquels il s'est basé ou qu'il a consultés, de ses propres travaux de géodésie approximative, le tout se terminant par un état de la population qui comprend un peu plus de 111 000 âmes dont 33 000 Turcs et 78 000 Chrétiens, Grecs, Arméniens et Maronites, — et par un tableau général des districts, villes et villages de l'île. Malheureusement, la carte dressée par M. de Mas Latrie n'a pu, nous ne savons pour quelle cause, être jointe à son livre : c'est là une lacune éminemment regrettable et que ne comble point une petite carte, tirée d'une autre publication, par

laquelle celle de l'auteur a été remplacée. Suffisante sans doute pour l'ouvrage en vue duquel elle a été établie (1) cette carte de la *Chypre antique* ne l'est à aucun degré pour l'intelligence des descriptions, si complètes, si détaillées et si contemporaines de M. de Mas Latrie ; les districts n'y sont point indiqués, non plus que des noms aussi importants que ceux de la Messorée, du Myrianthoussa, de Pendaïa, de Kantara, etc. Les noms des principales villes ou bourgades y sont indiqués en gros caractères par leurs noms antiques et par leurs noms du moyen âge, et l'on a peine à y découvrir, en lettres microscopiques, les noms actuels. Une telle lacune n'empêche pas sans doute le livre d'être en soi excellent, mais elle prive ses lecteurs d'un auxiliaire indispensable qu'il leur faudra se procurer ailleurs.

Nous n'avons rien dit des considérations politiques et philologiques développées par l'auteur, et nous nous contentons de mentionner les *Souvenirs historiques* sur le règne de Guy de Lusignan et de ses successeurs jusqu'à la fin du royaume de Chypre, ainsi qu'un relevé des inscriptions mortuaires, grecques et latines des églises et mosquées de l'île, et l'état des principaux fiefs et terres royales sous les Français et les Vénitiens. Cette seconde partie de l'ouvrage, non, certes, la moins remarquable, est du domaine de l'érudition, plutôt que de la science.

J. d'E.

VI

La photographie et ses applications scientifiques, par M. R. Radau. Paris, Gauthier-Villars. 1878.

L'admirable découverte de Daguerre ne devait pas rester confinée dans le laboratoire du chimiste. Dès 1840, Daguerre lui-même, et après lui d'autres inventeurs essayèrent de fixer sur une lame d'argent, l'image de la lune. Les épreuves obtenues par ces premiers chercheurs ne sont, il est vrai, que des ébauches auprès de celles qu'on obtient aujourd'hui, mais il faut tenir compte de l'imperfection des moyens dont ils disposaient. Ces essais, d'ailleurs, ne furent pas accueillis par une faveur générale dans le monde savant : Mædler, par exemple, voyait avec quelque dépit le photographe reproduire en un tour de main la carte topographique de la lune, que sept années de laborieuses observations lui avaient fournie avec moins d'exactitude.

(1) *Les petits géographes grecs*, éd. Firmin-Didot.

On raconte que Paul Delaroche sortant de chez Daguerre s'écriait : « La peinture est morte à partir de ce jour ! » Il se trompait, la peinture n'est pas morte. On peut de même être sûr que la photographie ne tuera jamais l'observation ; mais chaque jour confirme l'espoir qu'elle en agrandira le champ d'une manière prodigieuse. Justifions cette assertion, en prenant pour guide l'intéressant volume de M. Radau.

I. *La photographie céleste.* — Il est possible d'obtenir la représentation agrandie de la surface du soleil et des planètes à cause de leur rapprochement ; on peut aussi saisir sur une épreuve l'image des groupes stellaires, et déterminer ainsi instantanément la situation relative de certaines étoiles pour une époque donnée.

Ce fut en 1850 que les premiers observateurs tentèrent avec succès de photographier le ciel ; en 1857, M. Warren de la Rue fit construire un observatoire spécialement approprié à ce genre de recherches, au village de Cranford en Angleterre. L'habile astronome obtint non seulement de très belles photographies du soleil, de la lune et des grosses planètes ; mais il prit aussi des vues stéréoscopiques des corps célestes, en combinant deux photographies prises à des intervalles déterminés. Pour mettre en évidence le relief de la lune, qui nous montre toujours la même face, il sut mettre à profit le mouvement de *libration*, c'est-à-dire de balancement, que possède notre satellite.

L'exemple donné par M. Warren de la Rue entraîna d'autres astronomes qui sont arrivés à lui disputer la palme sur ce terrain : le P. Secchi à Rome, M. Rutherfurd à New-York, M. Ellery à Melbourne, M. Neyt à Gand, M. Janssen à Paris, ont obtenu des épreuves d'une grande perfection. Le temps de pose, primitivement fort long, a pu être réduit à un quart de seconde.

Il suffit d'un coup d'œil sur ces magnifiques épreuves pour faire apprécier les services qu'elles peuvent rendre à la géologie et à la topographie lunaire. Les cirques, les cratères et jusqu'aux moindres fosses circulaires, y sont représentés à grande échelle avec une fidélité si surprenante que l'étude des ombres portées permet de mesurer les hauteurs avec exactitude. En fixant une image parfaite de la lune sur une table de travail, on peut à tête reposée, comme l'a remarqué Élie de Beaumont, faire des recherches suivies sur la nature des agents géologiques qui ont modifié la surface de notre satellite, ou qui peuvent, encore de nos jours, en changer l'aspect. Ce dernier point présente un caractère très intéressant d'actualité, à la suite des recherches de M. Klein qui signala, en mai 1877, la présence d'un cratère dans une région soigneusement explorée par lui et par d'autres astronomes, depuis douze ans, cratère dont l'existence lui était inconnue.

La photographie appliquée au soleil, offre une importance scientifique plus grande encore. Dès 1854, sir John Herschel avait émis l'idée de

stéréotyper la surface si mobile et si changeante du soleil. Ce fut encore M. Warren de la Rue qui s'en chargea. Sous les auspices de plusieurs sociétés anglaises, il fit, en 1858, construire pour l'observatoire de Kew, un *photohéliographe* qui pouvait donner directement une image solaire de 0^m30 de diamètre. Cet instrument est installé actuellement à l'observatoire de Greenwich; il a fourni près de trois mille épreuves.

Mais le rôle de la photographie n'est pas limité à la reproduction fidèle des détails que l'œil peut saisir lorsqu'il est armé d'une puissante lunette ; elle ouvre le champ à des découvertes. Les études de M. Janssen à l'observatoire de Meudon ont montré que, dans certaines circonstances, la photographie du soleil révèle des phénomènes qui se dérobent à l'observation directe. Tel a été le cas pour la découverte du *réseau photosphérique*, obtenue par des procédés d'une très grande perfection, mais d'une délicatesse extrême.

Dans l'observation des phénomènes astronomiques d'une très courte durée, tels que les éclipses, la photographie rend également de grands services. L'éclipse solaire du 15 mars 1858 fut photographiée avec beaucoup de succès par M. Faye.

Les services rendus par la photographie lors du passage de la planète Vénus sur le soleil, le 8 décembre 1874, sont encore présents à toutes les mémoires.

La photographie a encore permis d'obtenir des images des groupes stellaires; ces épreuves constituent des faits indiscutables, à l'abri de l'influence des erreurs personnelles d'observation, très précieux à enregistrer, et conservent pour les âges futurs la position actuelle des étoiles ainsi relevées.

Les astronomes ont eu, dès le début, divers obstacles à surmonter pour obtenir des clichés bien nets ; l'*achromatisme chimique*, en particulier, leur a présenté bien des difficultés.

On sait que l'achromatisme s'obtient aisément, pour la vue directe, par l'association de deux verres d'un pouvoir réfringent différent, dans la constitution de l'objectif ; mais les rayons ainsi achromatisés pour la rétine, ne le sont plus pour la plaque, sensible surtout à l'action chimique des rayons lumineux ; en d'autres termes, le foyer chimique d'une lentille ne coïncide pas avec son foyer optique. Ce motif avait déterminé M. Warren de la Rue et d'autres astronomes à faire usage d'un télescope à réflexion. On réussit pourtant aussi avec une lunette, soit en donnant une courbure spéciale aux verres de la lentille ; soit, comme l'a imaginé M. Cornu en 1873, en séparant plus ou moins, suivant la nature des verres, les deux lentilles de l'objectif ; cette dernière méthode permet de conserver le même objectif à la condition de pouvoir faire varier l'écart des deux verres.

II. *La photographie terrestre.* — La photographie est appelée à rendre d'incontestables services à la géographie par les reproductions fidèles des sites caractéristiques, des types des diverses races, etc. Les visiteurs de la dernière exposition universelle ont pu visiter en imagination l'Inde, la Chine, et l'Égypte, grâce aux travaux de MM. Bourne et Shepherd, du colonel Briggs, de M. Champion et d'autres ; la collection de MM. Lévy et Cie leur a permis d'embrasser d'un coup d'œil toutes les contrées du globe.

Inutile d'insister sur les avantages que l'archéologie retire de la reproduction des monuments anciens. Quelle meilleure preuve de sincérité qu'une épreuve photographique ? Que de temps gagné, que d'omissions évitées dans la reproduction des détails ! Chose curieuse, dans des clichés de vieux manuscrits, par suite de l'action chimique de certains rayons lumineux invisibles à l'œil, des écritures effacées par le temps apparaissent avec netteté ; la photographie peut donc, dans certains cas, être un agent de restauration.

Les travaux de M. Civiale, qui entreprit la description de la chaîne des Alpes, nous montrent quel secours le géologue peut attendre du photographe.

La géodésie et la topographie militaires n'en reçoivent pas de moindres services. Il a depuis longtemps détrôné le *pantographe* pour la reproduction des plans ; certains appareils panoramiques permettent de reproduire en campagne un demi-tour d horizon, sur un cylindre vertical.

La météorologie pratique a aussi trouvé, dans la photographie, un auxiliaire qui débarrasse l'observateur de la partie la plus fastidieuse de son travail : celle d'enregistrer docilement et fidèlement, à chaque instant, les oscillations du baromètre et du thermomètre, les variations du magnétisme terrestre, et celles de l'état électrique de l'air, etc.

M. Neumeyer, chef du bureau hydrographique de Berlin, a fait construire un appareil photographique pour l'étude des courants sous-marins, et la détermination de la température au fond de la mer.

En physique, l'étude des raies noires de la région ultra-violette du spectre, dont l'action est presque nulle sur la rétine, est rendue aisée par la reproduction, sur une plaque sensible, de ces rayons invisibles qui possèdent un grand pouvoir chimique. La *Photomicrographie* est un auxiliaire très précieux dans les recherches anatomiques qui demandent l'examen des infiniment petits.

III. *Les procédés d'impression photographique.* — « La gravure est sœur de l'imprimerie ; l'une en matérialisant la parole, l'autre en fixant les spectacles qui parlent aux yeux, ont permis la diffusion universelle de la pensée. La photographie, sœur cadette, est appelée à compléter les moyens d'action de ses deux aînées en les vulgarisant. »

Les anciens procédés, aux sels d'argent, sont peu propres à remplir ce programme, à cause de la grande altérabilité des épreuves, et de la délicatesse des manipulations.

La solution de la reproduction inaltérable a été trouvée à divers degrés par des procédés qu'on peut rattacher à ces deux groupes : la *photographie dite au charbon* et la *photolithographie.*

Le procédé au charbon est basé sur ce fait que la gélatine, mélangée de bichromate de potasse, ne se dissout plus dans l'eau lorsqu'elle a subi l'action de la lumière.

Supposons un papier recouvert d'une mince couche de gélatine bichromatée. dans laquelle on a mélangé une matière colorante, telle que du charbon en poudre impalpable ; qu'on soumette cette feuille, appelée *papier mixtionné*, à l'action de la lumière, sous un cliché négatif ; après quelque temps de pose, un simple lavage à l'eau chaude enlèvera les parties solubles avec les matières colorantes qu'elles renferment, et on obtiendra une épreuve positive.

Si au lieu de dissoudre les parties non impressionnées de la gélatine, on se contente de les faire gonfler à l'eau froide, les parties frappées par la lumière sont respectées par l'eau et restent seules susceptibles de prendre l'encre grasse. L'épreuve constitue ainsi une véritable planche lithographique.

On peut encore classer dans le groupe de la photolithographie, la *Photoglyptie.* C'est un mode d'impression qui utilise les moules en creux obtenus en comprimant la gélatine durcie du procédé au charbon, entre un plan d'acier poli et une plaque de plomb, dans laquelle s'incruste l'image qu'on avait en relief. Pour obtenir une épreuve il suffit de verser dans ce moule de la gélatine teintée ; on applique une feuille de papier et on démoule.

Si on veut reproduire en relief, par galvanoplastie, l'image contenue dans le moule, on obtiendra une planche typographique ; mais, comme on le conçoit aisément, la photolithographie doit se borner à reproduire les gravures ou les dessins dont les ombres ne sont pas continues.

Le problème de la reproduction naturelle des couleurs, ne cesse d'occuper les chercheurs ; on est arrivé à imprimer directement, au moyen des sels d'argent, toutes les couleurs du spectre, malheureusement ces épreuves sont si fugitives qu'on a dû renoncer à suivre cette voie. MM. Charles Cros et Ducos du Hauron ont tourné la difficulté avec assez de succès, comme l'attestaient leurs beaux spécimens d'*héliochromie* figurant à la dernière exposition universelle. Leur procédé, qui se perfectionnera sans doute, est basé sur le principe de la reconstitution de toutes les couleurs par la superposition de trois couleurs composantes.

Appendice. — La théorie des couleurs appliquée à l'art et à l'industrie. M. Radau expose ici en quelques lignes la théorie des couleurs de M. de Bezold, professeur à Munich.

Cette théorie, qui admet les *couleurs complémentaires*, semble renverser celle de Field dont les *équivalents chromatiques* n'ont plus alors aucune valeur ; elle traite, au point de vue industriel, la question du mélange des couleurs et des pigments.

La loi du mélange des couleurs conduit directement à celle de leur classification. M. Chevreul a tenté une classification rationnelle des couleurs par la construction de son *cercle chromatique*. Les trois couleurs principales, le rouge, le jaune, et le bleu lui fournissent chacune 72 *nuances*, subdivisées à leur tour en 20 *tons* ; il arrive de cette façon à 1440 couleurs. La même distribution pourrait se faire sur une sphère, un cylindre ou même un rectangle ; malheureusement le principe du cercle chromatique n'est point d'accord avec la loi du mélange des couleurs. M. de Bezold pense qu'il faut revenir au cône chromatique de Lambert, dont la construction est d'accord avec les principes établis par Helmholtz et Maxwell.

Nous ne croyons pas devoir aborder ici ces discussions théoriques, où il reste encore bien des conjectures.

PAUL NÈVE.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

BOTANIQUE.

—

De l'influence de l'électricité atmosphérique sur la nutrition des végétaux (1). — Il y a quelques années, M. J. Sachs croyait pouvoir affirmer, dans son traité de physiologie végétale (2), que la science ne possédait aucune donnée sérieuse sur l'influence qu'exerce l'électricité sur les végétaux.

M. Grandeau, dans un mémoire aussi remarquable par ses résultats que par la méthode scientifique dont il fait preuve, vient de remettre en lumière des travaux du siècle dernier que le physiologiste de Wurzbourg paraît avoir complètement ignorés; les résultats en sont des plus intéressants ; nous n'hésitons pas à en indiquer les principaux traits, en regrettant de ne pouvoir donner qu'un court aperçu d'un historique auquel M. Grandeau a su donner beaucoup d'attrait.

C'est en 1746 que Mambray fit à Édimbourg une première expérience sur l'influence exercée par l'électricité sur les végétaux ; ce physicien fournissait artificiellement l'électricité à deux myrtes, tandis qu'il en cultivait deux comme témoins à l'air libre. Les deux premiers se développèrent plus que ceux qui n'étaient pas soumis à l'électricité, et déve-

(1) L. Grandeau, *Ann. de Chimie et de Phys.* — Paris, 1879.
(2) Genève, 1868, trad. franç.

loppèrent des fleurs, tandis que les seconds n'en produisirent pas. En 1748, Jallabert publiait des résultats identiques obtenus à Genève.

Mais l'abbé Nollet et l'abbé Bertholon, professeur de physique des états généraux de la province de Languedoc, firent faire les plus grands progrès à cette question, indépendamment l'un de l'autre et à trente ans d'intervalle.

L'abbé Nollet (1749), dans une première série d'expériences, soumit des liquides à l'action de l'électricité communiquée par une sphère de verre constamment frottée ; il reconnut que les liquides électrisés s'évaporent plus vite que les mêmes liquides non électrisés, et que l'électricité augmente d'autant plus l'évaporation que la liqueur sur laquelle elle agit est par elle-même plus évaporable.

Il répéta cette expérience sur des corps solides imbibés d'eau et arriva au même résultat ; il observa notamment que la chair évapore notablement plus sous l'action de l'électricité qu'en dehors de cette action.

Encouragé par ces observations, Nollet résolut d'entreprendre des expériences sur les plantes et sur les animaux. Les êtres à électriser étaient placés dans une cage en tôle ; des êtres de même espèce destinés à servir de points de comparaison étaient placés sur un guéridon à quelque distance.

Des graines de moutarde soumises à l'électricité germèrent beaucoup plus vite que celles qui ne l'étaient pas et poussèrent quatre à cinq fois plus rapidement. Des plantes de basilic prospérèrent beaucoup plus sous l'action de l'électricité. Un animal soumis pendant plusieurs heures à cette action subit des pertes de poids beaucoup plus grandes que les animaux non électrisés ; ces pertes de poids sont relativement d'autant plus grandes que l'animal est d'une espèce plus petite.

Toutefois personne jusque-là n'avait songé à étudier le rôle de l'électricité atmosphérique sur la végétation. Quelques années seulement après que Franklin et d'Alibart eurent démontré expérimentalement l'identité qui existe entre l'électricité développée par les machines et la foudre, l'abbé Bertholon démontra le lien étroit qui unit les phénomènes de la végétation à l'état électrique de l'air. Il inventa un *électro-végétomètre*, qui lui permit de soutirer l'électricité des nuages et de la conduire à volonté sur les plantes d'un jardin ; si l'électromètre révélait à la surface du sol une tension électrique suffisante, il mettait l'appareil en communication avec le sol et laissait perdre le fluide électrique. Les plantes soumises à l'influence du fluide ont donné des feuilles plus développées, des fruits plus hâtifs, plus multipliés et de meilleure qualité.

A la suite de ces expériences, le savant professeur des états de Languedoc proposa de se servir de l'électricité artificiellement développée pour augmenter la végétation des arbres d'un jardin. Un jardinier placé

sur un tabouret isolant serait mis en communication avec les conducteurs de la machine électrique au moyen d'une chaîne. Les arrosoirs, les pompes à main dont se servirait cet homme s'électriseraient à leur tour, et l'eau contenue dans ces instruments, n'arriverait au contact des plantes ou des arbres qu'après avoir été électrisée.

Malgré l'importance capitale des expériences et des observations qui précèdent, elles ont été, nous l'avons vu, complètement oubliées, jusqu'au moment où M. Grandeau les remit si heureusement en lumière.

Ce savant reprit lui-même la question et confirma les résultats précédemment énoncés, en employant une méthode inverse de celle de Bertholon.

Au lieu d'ajouter de l'électricité, au lieu de placer les végétaux dans un état de tension plus grande que la tension normale au moment de l'expérience, M. Grandeau soustrait complètement les végétaux à l'influence du fluide électrique. Appliquant à ses recherches le principe de la cage de Faraday, appliqué déjà par M. Melsens dans la construction du paratonnerre qui entoure l'hôtel-de-ville de Bruxelles, le physicien de Nancy entoure les plantes qu'il veut mettre en expérience d'une cage métallique à mailles espacées de 0^m15 sur 0^m10. Cette cage est reliée au sol par un conducteur électrique continu ; l'expérience démontre que, dans ces conditions, tous les échanges électriques entre le sol et l'atmosphère se font par la périphérie ; l'électromètre ne révèle pas trace d'électricité dans la cage. A côté de la plante ainsi soustraite à l'électricité on en place d'autres, absolument dans les mêmes conditions, mais à l'air libre, de telle sorte que toutes les conditions soient identiques, sauf une seule, l'état électrique de l'atmosphère ambiante.

Ces expériences ont été faites comparativement à Nancy et en Touraine.

En voici les principaux résultats :

Les plantes poussant à l'air libre (tabac, maïs, blé) sont toujours plus vigoureuses que les plantes soustraites à l'action de l'électricité atmosphérique. Voici deux exemples comparatifs :

Végétation du tabac (résultat après six mois de culture)

	NANCY		TOURAINE	
	hors cage	sous cage	hors cage	sous cage
Hauteur totale.	1^m05	0^m69	1^m90	1^m40
Nombre des feuilles	14	10	20	14
Poids total de la récolte . . .	273 gr.	140 gr.	1150 gr.	860 gr.
Nombre des fleurs	0	0	86	45

L'analyse des produits des différentes récoltes, donne les résultats

suivants : Il y a en général pour les plantes soustraites à l'influence de l'électricité atmosphérique

27 pour cent	de diminution	pour les	tissus vivants.
20 pour cent	»	»	matières azotées.
32 pour cent	»	»	matières hydrocarbonées.

C'est sur l'élaboration des principes hydrocarbonés que semble porter tout d'abord l'arrêt de l'assimilation.

Au contraire, la proportion des cendres est plus grande dans les plantes qui ont été soustraites à l'action de l'électricité. A ce sujet, l'auteur remarque que la proportion des cendres diminue dans les végétaux à mesure qu'on s'élève dans les montagnes ; il est porté à attribuer ce phénomène à l'augmentation de l'électricité. Au point de vue de la composition immédiate des cendres, remarquons seulement que les plantes soustraites à l'électricité renferment beaucoup plus de soude que les autres ; l'auteur réserve son opinion sur l'appréciation de ce fait.

La floraison et la fructification subissent aussi des modifications importantes ; sous la cage isolante, le nombre des fleurs, des fruits et le poids des graines ont été inférieurs de 40 à 50 pour cent.

M. Grandeau démontre en outre qu'une action tout à fait analogue à celle de la cage isolante est produite sur les végétaux par la présence de grands arbres qui agissent comme conducteurs. Étant donné un arbre dont les branches sont assez hautes pour laisser arriver à une plante une quantité normale de lumière et d'humidité, et toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs, l'absence d'électricité révélée par l'électromètre a la plus fâcheuse influence sur la croissance et le développement de cette plante. Cette influence mauvaise s'exerce en dehors de la projection verticale de la région foliacée. De là les effets funestes produits sur les cultures par le voisinage des grands arbres, effets dont on accuse trop exclusivement l'épuisement du sol par les racines, ou la diminution de la fonction chlorophyllienne due à une insolation moins longue.

Cette courte analyse ne nous a permis que d'indiquer les principaux résultats acquis par M. Grandeau ; la lecture de son beau mémoire pourra seule montrer combien le procédé expérimental a été rigoureux et quelles garanties d'exactitude nous offrent les conclusions du savant physicien. Les expériences de M. Grandeau viennent d'ouvrir de nouveau une voie trop longtemps abandonnée. Elles ne peuvent manquer de conduire à des résultats fort importants et de contribuer beaucoup à la solution des grands problèmes de physiologie végétale qui nous semblent devoir être l'objet des efforts de tous ceux qui s'intéressent aux progrès réels de la science.

Les plus anciens végétaux terrestres fossiles. — Le 3 septembre 1877, M. de Saporta communiquait à l'Académie des sciences de Paris la découverte d'une fougère fossile dans les couches de schistes ardoisiers des environs d'Angers. Il lui donnait le nom d'*Eopteris Morierei;* cette découverte émut vivement les paléontologistes ; jamais en effet le terrain silurien en Europe n'avait fourni aucune donnée relative à l'existence de végétaux terrestres. Cette découverte avait donc la plus grande importance ; elle impliquait l'existence de continents, et permettait de prévoir que bientôt de nouveaux documents viendraient confirmer ces premières données. Le savant paléontologiste revint en effet quelques mois plus tard sur ce sujet (1) pour décrire et figurer une nouvelle espèce d'*Eopteris* (E. Criei).

Les empreintes auxquelles M. de Saporta a donné ce nom se composent d'un axe central de largeur variable, d'où partent de chaque côté de minces couches de sulfure de fer de dimensions très inégales, plus ou moins régulièrement lobées et présentant des radiations qui rappellent les nervures des *Cyclopteris*. Ces radiations sont dues à la disposition des cristaux de sulfure interposés aux feuillets de la roche ; l'axe est droit en général; il est parfois flexueux.

L'abondance extrême de ces formations dans quelques ardoisières de l'Anjou, où on les croyait jusque-là très rares, a permis à M. Hermite d'en comparer un grand nombre entre elles. Ce savant a constaté (2) que l'axe considéré par M. de Saporta comme un rachis n'est autre chose qu'un canal creusé dans la vase encore molle, par lequel le sulfure de fer s'est introduit pour s'infiltrer entre les différents feuillets du schiste; c'est de cette façon qu'il faut expliquer la présence de prétendues folioles de dimensions extrêmement variables, les unes très petites entremêlées à d'autres plus grandes.

L'axe présente dans toute sa longueur des stries obliques, comme on en trouve partout où un canal étroit creusé dans une roche non durcie s'est injecté de vase. M. Hermite a recueilli de ces empreintes dont la longueur atteint $1^{m}20$ et qui sont tronquées à leurs deux extrémités. D'ailleurs les plaques de sulfure considérées comme des folioles, sont situées dans des plans différents, ce qui donne beaucoup de valeur à l'opinion de M. Hermite.

Cette observation est d'autant plus intéressante que l'*Eopteris* serait le plus ancien végétal terrestre recueilli dans les terrains paléozoïques d'Europe. « Le genre *Eopteris*, dit M. de Saporta, malgré le petit nombre de documents recueillis sur lui jusqu'à ce jour, peut être considéré comme représentant la souche ancestrale d'où les *Cardiopteris* et les *Cy-*

(1) *Comptes rendus*, 18 novembre 1878.
(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, séance du 19 mai 1879.

clopteris dévoniens et infra-carbonifères seraient plus tard dérivés (1). »

M. Lesquéreux a signalé l'existence de quelques cryptogames vasculaires (*Psilophytum*, *Annularia*), et de gymnospermes (sigillariées) dans les couches infra-siluriennes du Saint-Laurent (groupe de Cincinnati).

Mais les végétaux terrestres les plus anciens qui aient été trouvés jusqu'à présent en Europe appartiennent au terrain dévonien ; ils sont assez fréquents dans le dévonien supérieur, leur existence dans le dévonien moyen et inférieur laisse peut-être prise encore à quelques objections.

On doit donc admettre qu'on n'a aucune donnée positive sur l'existence de végétaux terrestres antérieurs à cette époque en ce qui concerne les terrains paléozoïques d'Europe.

L'Ovule et le sac embryonnaire des Phanérogames Angiospermes. — Il est, en morphologie végétale, peu de questions qui aient été plus discutées que la nature de l'ovule des Angiospermes.

On a considéré cet organe comme un lobe ou une dentelure de la feuille carpellaire (Brongniart, Cramer, etc.), comme une feuille distincte portée par l'axe floral prolongé à l'intérieur de l'ovaire, comme un bourgeon (Schleiden, A. Braun), sur lequel chaque tégument serait une feuille indépendante ou un disque.

Le nucelle étant la partie la plus essentielle de l'ovule, on chercha naturellement à reconnaître sa nature morphologique ; diverses opinions furent émises sur ce sujet, chaque savant admettant celle qui s'accordait le mieux avec sa manière de considérer l'ovule lui-même.

C'est ainsi que le nucelle est considéré par les uns comme une dent de feuille, par les autres comme un bourgeon, ou encore comme un poil, une émergence, un sporange.

M. Warming, le savant professeur à l'Université de Copenhague, auquel la science est redevable d'excellents travaux d'anatomie et de morphologie, a publié le résultat de recherches comparatives très approfondies sur ce point (2).

Il a étudié d'abord le développement du mamelon ovulaire ; presque toujours la formation du jeune ovule résulte de la division tangentielle de cellules situées le plus ordinairement dans l'assise sous-épidermique du carpelle ; il n'est jamais produit par des divisions des cellules épidermiques, quoi qu'en ait dit Hofmeister. On ne trouve jamais au sommet de l'ovule une cellule qu'on puisse considérer comme une cellule terminale spéciale ; mais cette étude du développement ne peut éclairer sur la nature morphologique de l'ovule, car il est semblable pour des

(1) *Comptes rendus*, loc. cit.

(2) E. Warming ; De l'Ovule. *Ann. Sc. natur.* Paris, Bot. 6e série, tome v.

feuilles, des lobes de feuilles, des émergences et même pour des bourgeons.

Cherchant alors à déterminer la nature du carpelle et du placenta, l'auteur passe en revue les points qui ont été le plus discutés ; il étudie les plantes qui ont des carpelles terminaux avec un seul ovule, comme le *Ficus*, et montre que l'ovule appartient à la face interne de la feuille carpellaire ; il en est de même chez les Composées (*Dahlia*), chez les Urticées, Pipéracées, etc.

Au sujet de l'ovaire à placentation centrale libre des Primulacées, M. Warming confirme l'opinion émise par M. Van Tieghem, d'après laquelle « le placenta des Primulacées est formé par des sortes de talons de cinq feuilles carpellaires, indépendants de ces feuilles, mais unis entre eux au centre de la fleur en une colonne libre ; » les ovules sont des lobes transformés de ces feuilles. Cependant l'auteur admet avec M. Celakovsky que l'axe intervient dans la formation de ce placenta et que les cinq talons se soudent au centre avec le prolongement de l'axe floral.

Le placenta des Santalacées se distinguerait de celui des Primulacées et des familles voisines en ce qu'il est entièrement de nature foliaire, sans intervention de l'axe.

Des difficultés non moins grandes se présentent dans le cas où un ovule unique orthotrope naît exactement dans le prolongement de l'axe dans un ovaire pluricarpellaire ; c'est le cas des Polygonées ; cependant l'auteur ne voit pas moins dans cet ovule un lobe de feuille, et n'attribue sa position plus ou moins exactement terminale qu'à un déplacement dû à sa naissance très hâtive.

On voit donc que M. Warming, en joignant l'étude du développement aux recherches organogéniques, admet avec Brongniart, avec M. Cramer, M. Van Tieghem, M. Celakovsky, que les carpelles sont partout des organes foliaires en forme de cornets, que les placentas sont toujours formés par les parties marginales ou internes de ces carpelles, que la placentation soit pariétale, axile, centrale, ou que les ovules soient terminaux.

Quant au nucelle, son apparition est due, dit M. Warming, à l'allongement radial d'un certain nombre de cellules situées au sommet du mamelon ovulaire, immédiatement au-dessous de l'épiderme. Dans les ovules à un seul tégument, le nombre de ces cellules est faible ; il n'y en a même quelquefois qu'une seule ; elles se divisent peu ou pas. Le nombre en est plus considérable dans les ovules à deux téguments ; elles s'y divisent d'une façon régulière, surtout par des cloisons tangentielles. L'une des cellules issues de ces divisions devient la « cellule mère primordiale du sac embryonnaire ; » elle appartient à l'assise sous-épidermique du nucelle.

Dans les ovules à un tégument (la plupart des Dicotylédones gamo-

pétales), elle ne subit aucune modification, et devient simplement cellule mère primordiale du sac embryonnaire, sans subir de divisions ; mais dans les ovules à deux téguments, comprenant la généralité des Monocotylédones et des Dicotylédones dialypétales, l'une (et plus rarement plusieurs) des cellules de cette assise sous-épidermique se divise transversalement en deux cellules superposées dont l'inférieure est la cellule mère primordiale, tandis que l'autre continue à se diviser longitudinalement et transversalement.

Ces résultats ont été pleinement confirmés dans un récent travail de M. J. Vesque, que nous analysons plus loin.

Ces observations et les nombreuses comparaisons auxquelles elles ont donné lieu de la part de l'auteur, montrent la justesse des vues de Brongniart qui voyait dans le nucelle un mamelon celluleux développé à la face supérieure du lobe de la feuille transformé en ovule, et dans le fond de la cavité formée par ce lobe (1). L'auteur cependant va plus loin ; entrant plus franchement que ne l'avait fait Brongniart dans la voie de la comparaison des différents organes, M. Warming considère le nucelle comme l'homologue du sac pollinique et du sporange des Cryptogames vasculaires ; il voit dans les vésicules embryonnaires des spores nées dans une cellule mère primordiale, qui devient le sac embryonnaire par la dissolution des cloisons des cellules mères spéciales. Jamais encore la question n'avait été présentée sous une forme aussi séduisante. On avait bien comparé entre eux ces différents organes, mais d'une façon assez confuse pour que beaucoup de savants n'aient accepté ces vues que comme des hypothèses plus ou moins brillantes.

Si nous jetons un coup d'œil sur ce que l'on savait, il y a quelques mois à peine, sur la structure du sac embryonnaire des Angiospermes, nous verrons que la plupart des botanistes admettaient, d'après les anciens travaux de Hofmeister, qu'il est formé par une cellule quelconque du nucelle, démesurément grandie, refoulant par son accroissement les parois du nucelle. Dans cette cellule primordiale, on avait reconnu l'existence de deux appareils, l'un situé du côté du micropyle, composé de vésicules embryonnaires dont une seule se transformerait en embryon ; l'autre, diamétralement opposé, composé de vésicules dites antipodes. Le noyau du sac embryonnaire persiste, croyait-on, jusqu'à la fécondation.

Cependant des recherches récentes de M. Strasbürger ont jeté sur cette question un jour tout nouveau (2). D'après cet auteur, la cellule qui doit devenir le sac embryonnaire possède primitivement un noyau unique qui se divise bientôt en deux. Chaque moitié du sac embryon-

(1) *Archives du Muséum*, t. IV, p. 59.

(2) Strasbürger, Ueber Befruchtung und Zelltheilung, Jena, 1878.

naire en reçoit un ; après quoi, chacun se divise en deux, et subit encore une bipartition ; il y a donc alors huit noyaux, dont quatre se trouvent à l'extrémité micropylaire du sac embryonnaire et quatre à l'extrémité chalazienne.

Trois des noyaux de la région supérieure constituent l'appareil sexuel, composé d'une vésicule embryonnaire et de deux cellules infécondes (synergides de Strasbürger); trois des noyaux de la région chalazienne deviennent l'appareil antipode ; les deux noyaux restant (un supérieur et un inférieur) cheminent l'un vers l'autre et se confondent au centre du sac embryonnaire pour en constituer le noyau propre. Le nucléus définitif du sac embryonnaire ne serait donc pas le noyau primitif, comme le pensait Hofmeister.

Ces résultats ne paraissent pas s'accorder, on le voit, avec les phénomènes signalés par M. Warming.

Tel était l'état de la question lorsque M. J. Vesque, continuant, pour ainsi dire, le travail de M. Warming, chercha à déterminer la marche des phénomènes qui se produisent ultérieurement dans la cellule mère primordiale du sac embryonnaire (1).

M. Vesque constate d'abord que le sac embryonnaire des Angiospermes ne se compose pas d'une seule cellule, comme celui des Gymnospermes ; il résulte, au contraire, de la fusion d'au moins deux cellules superposées et primitivement séparées par des cloisons. La cellule mère primordiale dont nous avons parlé se divise en un certain nombre de cellules mères spéciales séparées par des cloisons ordinairement épaisses, blanches, gonflées, semblables aux parois du collenchyme ; ce sont des cellules mères spéciales que M. Warming compare aux cellules mères du pollen.

Chacune de ces cellules mères devrait, dans le plan primitif, et pour que la loge de l'anthère fût en tous points comparable au sac embryonnaire, se diviser en quatre ; mais cela n'arrive d'une façon à peu près constante que pour celle de ces cellules qui est le plus rapprochée de l'extrémité micropylaire; il s'y forme 2, 3 ou 4 vésicules dont l'une ordinairement est la vésicule embryonnaire ; les autres, infécondes, constituant les synergides.

La deuxième cellule se confond avec la cavité de la première par la résorption de la paroi qui les séparait; ces deux cavités réunies forment le sac embryonnaire proprement dit ; c'est là que le jeune embryon se développera après la fécondation ; le noyau de cette deuxième cellule reste souvent simple et devient le noyau du sac embryonnaire ; quelquefois il se divise deux fois et donne naissance à quatre noyaux ; c'est

(1) J. Vesque. Du sac embryonnaire des Phanérogames Angiospermes *Ann. Sc. nat.* Paris. Bot. 6e série, tome VI.

ce qui s'est produit sans doute dans le cas de l'*Orchis* et du *Monotropa*, décrit par M. Strasbürger. L'opinion émise par ce savant sur le sac embryonnaire serait donc une généralisation trop grande de faits d'ailleurs bien observés.

Les autres cellules mères spéciales sont souvent repoussées au fond d'un cœcum du côté de la chalaze, par suite de l'accroissement du sac embryonnaire. Dans la plupart des Gamopétales, on les trouve ainsi superposées sans qu'il s'y soit produit aucune modification importante. M. Vesque les appelle cellules *anticlines ;* mais ces mêmes cellules peuvent, lorsque l'ensemble du sac embryonnaire s'élargit suffisamment, donner naissance à des groupes de quatre cellules, qui sont autant de cellules antipodes ; ce phénomène se produit surtout dans la première des trois, située au fond du sac embryonnaire proprement dit; celles qui sont le plus rapprochées de la chalaze restent alors sans emploi.

L'un des exemples les plus remarquables étudiés par M. Vesque est celui de la Sauge (*Salvia pratensis*). Dans cette plante, l'albumen lui-même se forme dans le sac embryonnaire; la première cellule mère spéciale produit les vésicules sexuelles (vésicule embryonnaire et synergide) ; la deuxième, sans se différencier, s'agrandit pour former la cavité du sac embryonnaire; la troisième et la quatrième, par une série de divisions transversales et longitudinales successives, forment l'albumen; la cinquième reste vide et paraît demeurer sans emploi.

Résumant en quelques mots tous ces faits si intéressants et si inattendus, l'auteur exprime en quelques lignes remarquables, sa pensée sur la signification qu'il faut donner aux phénomènes que nous venons de résumer. Nous n'hésitons pas à les citer, ne doutant point du reste que ces recherches n'inspirent le plus vif intérêt à tous ceux que n'effraient pas les généralisations, lorsqu'elles ont pour base des observations minutieuses et attentives.

« On voit, dit M. Vesque, que nous assistons à l'un des plus beaux exemples de division du travail. Tous les petits organes équivalents à des cellules mères des spores ou du pollen s'adaptent à des fonctions différentes ; l'une d'elles produit des spores sexuelles ; la suivante, s'arrêtant dans son développement, mais s'agrandissant énormément, devient une sorte de chambre incubatrice pour l'embyron... Les autres, à l'état d'anticlines ou d'antipodes sans fonctions connues, peuvent, dans certains cas, produire des prothalles qui servent de nourriture à l'embryon et ne sont autre chose que de l'endosperme. »

C. F.

ANTHROPOLOGIE.

—

Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme, 2e *série ;* T. IX ; T. X, livr. 1-3 (1). — Ce n'est pas la première fois que nous avons l'occasion de citer cette publication dans la *Revue*. Fondée en 1865 par M. Gabriel de Mortillet et continuée depuis 1869 par M. Émile Cartailhac, elle est dans sa quatorzième année d'existence et forme un recueil indispensable à qui veut suivre le mouvement des recherches d'archéologie primitive et d'anthropologie.

Outre des communications et des notes inédites, on y trouve le compte rendu de la plupart des publications nouvelles, l'analyse des travaux des congrès et des sociétés anthropologiques, des listes bibliographiques et des notes bien faites sur les grandes collections d'étude.

Assurément, l'esprit qui préside à la direction des *Matériaux* n'est point celui de la *Revue des questions scientifiques*. On y professse un grand dédain pour les discussions dogmatiques, et la cause que nous défendons ici, l'accord de la science et de la foi, y provoque une hostilité non déguisée. Je concevrais très bien qu'un recueil dont la prétention modeste est de rassembler des matériaux, se bornât à enregistrer des faits et nous n'avons qu'à nous féliciter d'y voir discuter, par des hommes compétents, la valeur des documents mis au jour. Mais pourquoi ne pas rester dans une neutralité plus stricte à l'endroit des questions philosophiques et dogmatiques, qui pourraient être sans inconvénient écartées d'une publication de cette nature ?

Nous laissons donc à la direction des *Matériaux* la responsabilité de ses appréciations et de ses tendances extra-scientifiques. Mais tout en réservant dans son intégrité notre droit de discussion, nous ne pouvons méconnaître en définitive l'utilité de ce recueil dirigé avec beaucoup de compétence et de zèle par M. Cartailhac. Il tient ce que promet son titre, et prépare pour l'avenir une mine de documents que l'on consultera toujours avec profit.

Parcourons rapidement les derniers fascicules.

Il ne se produit plus, au moins dans l'Europe occidentale, de ces grandes trouvailles à sensation, comme on en signalait de tous les côtés il y a dix ou quinze ans. Non pas que le nombre des intrépides chercheurs ait diminué ; au contraire. Mais les grandes lignes de la science nouvelle

(1) Revue mensuelle illustrée, dirigée par M. Emile Cartailhac (Toulouse).

étant tracées, les observations dont elle s'enrichit encore tous les jours n'ont qu'une valeur de détail plus intéressante pour les spécialistes que pour le grand public.

La question de l'homme tertiaire, malgré des observations récentes de M. Ribeiro en Portugal et de M. Rames, aux environs d'Aurillac, en est toujours à peu près au point où M. l'abbé Bourgeois l'a laissée. Si les faits observés à Thenay par le savant explorateur, semblent avoir une tendance à se généraliser, il faut reconnaître que leur interprétation nous laisse encore dans les mêmes incertitudes.

Les recherches de M. Maufras dans le quaternaire de la vallée de la Seugne et celles de M. Chouquet dans les mêmes formations de la vallée de la Marne, apportent des arguments nouveaux en faveur de la théorie de M. de Mortillet, relative à la distinction et à la superposition de ses étages moustérien et acheuléen. Il est vrai que M. d'Acy, dont l'autorité dans la question est grande et justifiée, persiste à maintenir que cette classification n'est pas conforme aux faits observés par lui dans le nord de la France. Mais peut-être n'y a-t-il là qu'un malentendu sur la valeur à attribuer aux caractères de classification. Il est certain, comme l'a fait observer M. Cartailhac, que les magnifiques collections de silex taillés quaternaires, exposées au Trocadéro, en 1878 par M. d'Acy, révèlent des groupes à physionomie très tranchée, qu'il est difficile de confondre entre eux si l'on tient compte des caractères généraux. Ici les types acheuléens dominent ; là les types moustériens sont plus abondants. Ce serait être trop exclusif que de persister à poser entre les deux groupes des barrières absolues. Mais il nous semble impossible de nier que ces deux groupes aient une existence réelle, justifiée par la stratigraphie, au moins dans le nord de la France.

Des constatations importantes, relatives à l'homme quaternaire, nous sont venues récemment d'Égypte et d'Amérique. En Égypte M. Henry Haynes, de Boston, a recueilli, aux environs de Louqsor, dans les wadys ou lits de torrents qui sillonnent la plaine, au pied des coteaux, des silex taillés analogues à nos types quaternaires. Ces silex étaient engagés dans le terrain d'alluvion ancienne, au milieu desquels les wadys ont creusé leur lit plus moderne. Ils paraissent donc être contemporains d'un régime géologique différent du régime actuel. Les faits relatifs au Mexique et aux États-Unis, signalés par M. Hamy, seraient plus concluants. Là on trouve nos types de silex quaternaires associés aux restes de grands proboscidiens. M. Fiorentino Ameghino a recueilli dans les terrains quaternaires des Pampas de l'Amérique du Sud, des débris humains mêlés aux ossements d'espèces éteintes.

Il y aurait donc de remarquables analogies au point de vue paléoethnologique, entre notre quaternaire européen et les formations du même âge observées en Afrique et en Amérique. C'est là un fait considérable,

mais difficile à interpréter dans l'état actuel de nos informations.

On sait que l'ordre de classification assigné par M. de Mortillet à ses époques solutréenne et magdalénienne est très contesté. Quelques auteurs, s'autorisant de leurs propres recherches, nient la superposition de ces deux prétendus étages. MM. Élie Massénat, à Laugerie-Haute, et de Maret, à Vilhonneur (Charente), sont venus apporter de nouveaux arguments en faveur de la thèse attaquée et ont observé, sur ces deux points, une série de couches archéologiques où la superposition du magdalénien au solutréen ne serait pas douteuse. On se rappelle que nous avons nous-même constaté à Solutré que le moustérien existe sur ce point sous le solutréen, dont il est séparé par une assise assez puissante.

Comment concilier ces résultats avec les observations de M. l'abbé Maillard, à Thorigné en Charny, par exemple, où l'on voit confondus au même niveau des types appartenant à ces différents étages, si bien séparés ailleurs? C'est une difficulté que nous ne chercherons pas à trancher prématurément. Nous ferons seulement remarquer que la théorie des remaniements invoquée, pour sa défense, par M de Mortillet, est parfaitement admissible. Le moment n'est pas venu de se prononcer sur la valeur définitive des faits particuliers. Mais plus tard, quand les documents seront plus nombreux, il sera permis, nous semble-t-il, en opérant le recensement des observations acquises à la question, de ranger parmi les stations remaniées celles qui feraient, en petit nombre, exception à la règle générale.

Signalons, avant d'en finir avec l'époque quaternaire, une très importante discussion tenue à l'Institut anthropologique de Londres, à propos de l'ancienneté de l'homme, et reproduite dans ses traits essentiels par les *Matériaux*. M. Boyd Dawkins a traité magistralement la question. Il a expliqué le mélange d'animaux appartenant à la faune du nord et à celle du midi, dans les mêmes gisements quaternaires, et insisté sur le peu de valeur, comme jalon chronologique, de ce que les géologues appellent la période glaciaire. Suivant les points où on les observe, les premiers débris humains quaternaires sont anté-glaciaires, inter-glaciaires ou post-glaciaires; et cela tient au déplacement des zones isothermes par suite de la progression des glaciers vers le sud ou de leur mouvement rétrograde vers le nord. Quant au mélange des faunes, il s'expliquerait par les alternatives des saisons. En été la faune du sud remontait au nord; en hiver la faune du nord descendait vers le sud, en sorte que leurs débris se retrouvent ensemble dans la zone moyenne où s'opéraient ces migrations. Quoi qu'il en soit de ces ingénieuses interprétations, l'époque quaternaire sera longtemps encore une pierre d'achoppement pour les géologues et pour les anthropologistes. Aussi

nous associons-nous, sans réserve, aux conseils de prudence, que M. John Evans adressait à ses collègues au début de cette importante séance. Après avoir rappelé les méprises des observateurs et les soi-disant preuves invoquées à tort en faveur de l'ancienneté de l'homme, il ajoutait : Notre mot d'ordre doit être circonspection, circonspection, circonspection !

Sur la distinction de l'époque néolithique et de l'époque quaternaire, tout le monde est bien d'accord. La faune établit entre elles une séparation très nette et, malgré l'opinion de quelques savants qui croient avoir observé des stations de passage de l'une à l'autre, nous pensons au contraire, avec M. Cartailhac, que la civilisation néolithique fut une importation étrangère dans nos régions occidentales. Nous ne pourrions que répéter à ce sujet ce que nous disions plus haut, à propos de la classification des temps quaternaires. Il faut se tenir dans la plus grande réserve quand on se trouve en présence de faits particuliers faisant exception à la règle générale.

C'est avec plus de raison qu'on supprime les lignes de démarcation entre l'époque néolithique et l'âge des métaux. De l'une à l'autre les passages sont en effet insensibles. Les observations nouvelles ne font que confirmer ce résultat. Tandis qu'à la Grande Verrerie (Var), dans un tombeau mégalithique, M. le Dr Ollivier retrouve à la fois le bronze et la pierre polie, M. le Dr Gross signale la même association dans une palafitte découverte récemment à Locras, sur le lac de Bienne. Mais il n'en est pas moins vrai que les métaux font absolument défaut dans un certain nombre de nos stations néolithiques justement classées pour cela dans l'âge de pierre. Ici encore la stratigraphie vient appuyer les conclusions théoriques. Après avoir rendu compte de l'exploration d'une station de l'âge du bronze à Vilhonneur (Charente), M. l'abbé Delaunay s'exprime ainsi : « Ayant déjà exploré dans les environs de cette station, où nous trouvions, pour la première fois, l'âge du bronze, un grand nombre de localités où nous avions recueilli de beaux spécimens de l'âge de pierre, nous étions portés à croire qu'avec un peu de persévérance nous rencontrerions des silex taillés. Après avoir creusé trois mètres de terre sans que rien vînt frapper les regards de notre scrupuleuse attention, nous sommes enfin tombés sur le gisement tant désiré. Les éclats accoutumés, les marteaux, les grattoirs, les petites pointes finement travaillées sur la partie supérieure et sur les côtés, avec la faune de la pierre polie, rien n'y manquait. »

Nous avons déjà rendu compte dans la *Revue*, des recherches relatives aux pierres à écuelles. M. Henry Petersen, dans un travail sur les pierres sculptées du Danemark, a apporté de nouvelles et intéressantes contributions à la question. D'après lui, les curieuses sculptures et gravures consistant en écuelles et en signes divers tels que rouelles, croix,

navires, figures humaines, etc..., constitueraient une véritable écriture remontant à l'âge du bronze, peut-être à celui de la pierre polie. Nous ne discuterons pas cette hypothèse qui, disons-le cependant, ne nous paraît pas suffisamment étayée. Mais si elle devait un jour se trouver confirmée, nous nous hasarderions peut-être à produire certains documents de l'âge du Renne, recueillis par nous à Solutré, où quelques personnes ont voulu voir des signes graphiques.

Je ne puis passer sous silence les recherches de MM. de Bosredon et Brunon dans les dolmens de l'Algérie, mais je m'associerai à M. Cartailhac pour regretter la stérilité à peu près complète des fouilles opérées dans les vieilles nécropoles mégalithiques de l'Algérie. Ce silence des monuments crée de sérieux embarras pour l'anthropologiste. Je dois aussi une mention à une grande et belle publication consacrée par M. Carlos Ribeiro aux stations et aux monuments préhistoriques du Portugal. Le premier fascicule concerne la station néolithique de Licêa. Il est intéressant de constater combien le mouvement d'études concernant la haute antiquité tend à se propager dans toutes les directions.

On sait que, parmi les instruments en pierre de l'époque néolithique, on recueille assez fréquemment des hachettes en jade et en jadéite, substance dont on ne connaît actuellement aucun gisement en Europe. On a dû se demander quelle pouvait être leur provenance. Sont-ce des objets d'importation orientale, comme on est naturellement porté à le croire ? MM. Damour et Fischer ont pensé avec raison que le meilleur moyen de résoudre la question méthodiquement serait de dr sser le répertoire des objets en jade actuellement connus et d'étudier leur mode de répartition géographique. Ce travail est fait pour les différentes parties du monde. En ce qui concerne l'Europe on arrive à cette conclusion que les objets en jadéite et en jade néphrite paraissent confinés entre le 41e et le 52e degrés de latitude nord et en général à peu de distance du massif des Alpes. Assurément il serait prématuré de conclure que les Alpes furent leur centre de dispersion, et que les hommes de l'âge de pierre y ont exploité des gisements maintenant inconnus. Mais nous ferons remarquer cependant qu'en Suisse les objets fabriqués avec cette matière offrent un type tout local et paraissent être par conséquent de fabrication indigène. Il est bien possible que les affleurements connus des anciens aient été tout à fait épuisés. Cependant j'ai vu jadis, dans la collection de M. de Ferry, un échantillon de jadéite dont il ignorait l'origine précise, mais qui était étiqueté comme provenant de la vallée d'Aoste, c'est-à-dire du massif des Alpes.

Sur l'âge du bronze nous avons peu de documents nouveaux à signaler. J'ai eu l'occasion de rendre compte précédemment du bel ouvrage de M. Chantre et nous n'y reviendrons pas. MM. Piette et Sacaze ont exploré dans la montagne de l'Espiaup de curieux monuments qui

paraissent appartenir à cette époque. Ils consistent en alignements, enceintes, cromlechs avec sépultures à incinérations.

La première époque du fer nous fournit un plus riche contingent. M. Chantre, après avoir établi la réalité d'un âge du bronze, devait, comme confirmation de sa thèse, aborder l'étude de l'âge du fer, et en dégager les caractères distinctifs. C'est ce qu'il entreprend maintenant. Comme prélude à un travail d'ensemble en préparation, il a publié dans les *Matériaux* une excellente étude sur les nécropoles du premier âge du fer, qu'il a eu la bonne fortune d'explorer dans les Alpes françaises. Citons aussi les publications de MM. Tournier et Guillaume sur nos stations alpines, et un travail de M. Delort sur un dolmen et des sépultures du premier âge du fer à Mons (Auvergne), où l'auteur a retrouvé des instruments et des armes du type de Hallstatt.

C'est vers cette époque que l'Étrurie fut un centre de fabrication considérable et exporta dans toute l'Europe ses produits métallurgiques. Une double question se trouve donc posée : Étudier à ses sources l'art étrusque et en suivre la distribution géographique dans le temps et dans l'espace. La belle publication des fouilles de la Certosa de Bologne par M. Zannoni, répond à la première question. A la seconde se rapporte une étude de M. Schuermans sur des objets étrusques retrouvés dans une sépulture à Hygenbilsen. Jadis cette trouvaille aurait été, comme tant d'autres, attribuée sans hésitation à l'époque romaine. Le savant auteur développe les arguments qui rendraient une semblable hypothèse inadmissible et s'appuie principalement sur l'absence complète de monnaie dans les sépultures de cette catégorie, sur la composition chimique des bronzes où l'on ne trouve pas de plomb, et enfin sur la forme particulière des armes. Partout où l'on retrouve, soit des armes en bronze, soit de grandes épées à soie plate à rivets, à double tranchant et à pointe mousse, la sépulture est de toute nécessité antérieure à la conquête romaine. Ajoutons que l'auteur du mémoire assigne à l'industrie des bronzes étrusques, une période comprise entre le XIIIe et le IIIe siècle avant notre ère.

A mesure que les découvertes se multiplient on voit de plus en plus nettement l'Europe se subdiviser en provinces industrielles distinctes, offrant chacune des caractères bien tranchés. L'étude comparée des différents groupes, permettra, lorsqu'ils seront complètement connus, de suivre d'étape en étape la marche des premières civilisations. On ne peut encore qu'ébaucher cette histoire. Parmi les groupes régionaux les plus intéressants et les plus originaux, il faut certainement placer la Sardaigne, et nous renverrons à la belle découverte d'objets en bronze, faite aux environs de Teti et publiée par M. le professeur Vivanet dont les *Matériaux* ont analysé le travail. C'est la plus importante trouvaille qu'on ait encore faite en Sardaigne. Elle consiste en statuettes, en armes

et autres objets en bronze, et paraît provenir d'un temple de construction cyclopéenne de l'âge du bronze et du premier âge du fer.

Les *Matériaux* ont consacré de nombreux articles à l'exposition d'anthropologie de Paris et au congrès qui s'est tenu à cette occasion. Nous n'en dirons rien aujourd'hui, nous réservant de leur consacrer un article spécial dans une prochaine livraison de la *Revue*.

A. Arcelin.

GÉOGRAPHIE.

Afrique. — L'Association internationale africaine a reçu au commencement du mois de mai le courrier de Zanzibar. Il lui a apporté des lettres de MM. Cambier et Dutrieux, datées du 16 mars dernier de la ville de Tabora, capitale de l'Ounyanyembé. Ils se proposaient d'y séjourner jusqu'à la fin de la *masika* ou période des pluies, qui cesse généralement vers le commencement du mois de mai.

M. Cambier revient de nouveau, dans sa correspondance, sur la question des ravitaillements; il possède des ressources pour plus d'une année et ne désire rien recevoir, ni d'Europe ni de Zanzibar. Ses rapports avec tous les Européens qu'il a rencontrés jusqu'ici ont été excellents; les relations qu'il a établies avec les Arabes se continuent sous des formes amicales et il a même réussi à opérer quelques transactions commerciales avantageuses; il annonce l'envoi d'une collection d'insectes recueillis par le Dr Dutrieux. La santé de nos deux voyageurs était satisfaisante, bien que le climat de l'Ounyanyembé ne soit pas très sain, et que, pendant la saison des pluies, les fièvres y règnent en permanence.

M. Dutalis est arrivé à Zanzibar le 28 mars, Stanley était avec lui. D'après les renseignements donnés par la revue l'*Exploration* (n° 121), cet infatigable voyageur préparerait une nouvelle expédition dans l'intérieur de l'Afrique et se proposerait d'attaquer cette fois le continent noir par l'ouest. Voilà du moins ce que racontent ses anciens compagnons de voyage, qu'il a engagés de nouveau. Ils ajoutent qu'il leur a promis de leur faire voir l'Europe après leur retour à Zanzibar. Ce qui semble donner quelque poids à ces nouvelles, c'est qu'il vient de partir du port d'Anvers un navire belge, le *Barga*, capitaine Mytenaere, avec un plein chargement de marchandises pour le Congo. Il emporte en outre quatre

petits bateaux à vapeur en fer, destinés à remonter le fleuve. L'un a 24 mètres de long, les autres sont beaucoup plus petits, tous peuvent être démontés et transportés à bras. M. Dutalis s'est rendu à Zanzibar pour préparer tout ce qui est nécessaire à la seconde expédition et, d'après une lettre qu'il a écrite en date du 1er mai, au secrétaire général de l'œuvre africaine, les explorateurs pourront partir pour l'intérieur aussitôt après leur arrivée. Ce sont, comme l'on sait, MM. Popelin et Van den Heuvel, qui ont donné de leurs nouvelles de Port-Saïd où ils ont passé le 12 mai; ils doivent être arrivés à Zanzibar le 29 du même mois.

M. Greffulhe a communiqué à la Société géographique de Marseille des nouvelles de l'abbé Debaize dans une lettre de Zanzibar en date du 4 avril passé. Le vaillant voyageur a tardé longtemps à quitter le district d'Ounyanyembé, où cent quatre-vingt Zanzibarites l'ont abandonné. Cependant, comme il n'a perdu aucun de ses ballots et qu'il a conservé ses fusils, cette désertion ne l'a pas ému et il n'a pas hésité à continuer sa route. D'après des nouvelles indirectes arrivées à la côte, il était le 27 février à Simba à 7 étapes d'Oudjidji ; il doit donc se trouver dans cette ville depuis le commencement du mois de mars.

M. Serpa Pinto est revenu à Lisbonne par la voie d'Égypte. Nul doute que les résultats de son voyage ne soient publiés bientôt, et que dans notre prochain bulletin nous ne puissions en parler en détail. En attendant, nous croyons être agréable à nos lecteurs en donnant, dès aujourd'hui, quelques renseignements sur l'hydrographie africaine, communiqués par le gouvernement portugais à l'Association internationale de Bruxelles ; nous ne les avons encore vus reproduits nulle part. Ils sont extraits d'une lettre datée du 3 septembre 1878 écrite par Serpa Pinto de Lialui sur le haut Zambèze (15° 12′ Lat. S. et 22° 48′ Long. E. Greenwich).

En quittant Bihé, M. Pinto a rencontré le fleuve Quanza près de l'endroit où le Cuqueima s'y jette, et plus à l'est il a trouvé le Cuito, grand affluent du Cubango. Le Cuito naît dans le Cangalu, pays des Luchases, par 18° Long. et 12° 15′ Lat. dans la même contrée marécageuse où prennent leurs sources le Cuime et le Cimbo, affluents du Quanza et le grand Lungo-é-Ungé, affluent du Zambèze. Les altitudes diminuent considérablement sur ce point et diffèrent de 400 mètres de celle de Bihé. Après le Cuito, qui pénètre dans le Cubango près du grand village de Darico, on trouve une autre rivière importante, le Cuanavare, qui se perd dans le Cuito du côté de l'est. Près des sources de ce dernier naît le Cueimbó, premier affluent du Cuando que l'explorateur trouva plus tard et qui prend sa source par 13° Lat. et 19° Long. Le Cuando est l'une des plus grandes rivières de l'Afrique méridionale et le principal affluent du Zam-

bèze ; c'est le Chobe de Livingstone qui entre dans le Liambai après avoir baigné Linianti ; il conserve son nom de Cuando jusqu'à son embouchure. Outre le Cueimbo il reçoit encore, du côté de l'ouest, quatre grands affluents, qui sont, du nord au sud, le Cueia, le Caungo, le Dima et le Loengue ; du côté de l'est il a trois affluents dont M. Pinto a pu reconnaître le cours et les sources ; ce sont, du nord au sud, le Cubangui, le Cuchibi et le Chicului. Le Longo, qui sur les cartes anglaises est marqué à l'est du Zambèze, est un affluent du Chicului. Le Cuando est extrêmement important, il arrose un pays des plus fertiles et est navigable dans tout son parcours ; il en est de même de quelques-uns de ses affluents.

Jusqu'à Cuchibi habitent trois races distinctes parlant toutes la langue Banguella, mais avec une accentuation différente. Ces trois races sont : Les Quibandes du Quanza au Cuito, les Luchases du Cuito au Cuando, les Ambuellas du Cuando au Cuchibi. A l'est de cette dernière rivière le pays est désert.

M. Pinto a également cherché la source du Ninda, rivière qui, après sa jonction au Luvanti, prend le nom de Uhengo et se jette dans le Zambèze par 15° 11′ Lat et 22° 41′ Long. Depuis le Ninda jusqu'à l'embouchure du Cuando la contrée forme une vaste plaine humide d'une altitude maximum de 1012 mètres. A partir de l'embouchure du Liba jusqu'à celle du Cuando deux rivières seulement se jettent dans le Zambèze sur la rive ouest, ce sont le Lungo-é-Ungé et le Uhengo, tous les autres cours d'eau portés sur nos cartes comme affluents de ce fleuve doivent être effacés.

Les latitudes données par Livingstone sont en général correctes ; il n'en est pas de même des longitudes, auxquelles le nouvel explorateur a dû apporter de nombreuses rectifications du côté du Zambèze. Le grand voyageur anglais décrit les lieux avec une grande exactitude, mais sa nomenclature laisse beaucoup à désirer ; ainsi il écrit Lebitmané pour Chibitano, Seleton pour Chichetro, Sechevé pour Quissegué, etc.

On a reçu des nouvelles de MM. Brito Capello et Ivens. En décembre 1878 ils se trouvaient dans le pays de Cassange. Ils avaient exploré le Quango depuis sa source dans le pays de Quioco, et se proposaient d'achever la reconnaissance de ce fleuve important.

Le naturaliste José d'Anchietta est parti pour le Benguella; il va continuer ses recherches ornithologiques dans le Cacondo et le pays de Nano.

Nous avons annoncé dans la livraison de janvier dernier que le P. Depelchin avait quitté l'Angleterre pour se rendre au Cap dans l'intention d'aller évangéliser les peuples du haut Zambèze. Aujourd'hui

un journal de Grahamstown, le *Eastern Star* nous apprend que l'infatigable missionnaire vient de partir pour l'intérieur le 16 avril dernier, avec ses compagnons. Sa caravane se compose de quatre chariots, attelés de quatorze bœufs chacun.

D'après les dernières nouvelles que l'on avait reçues de M. Soleillet, on pouvait croire qu'il était en route pour Tombouktou, et même qu'il était déjà arrivé dans cette ville célèbre ; lorsque, tout à coup, une dépêche de Saint-Louis du Sénégal nous apprend qu'il est arrivé, en bonne santé, à Podor le 13 mars dernier et que bientôt il sera à la côte. Il avait quitté Segon-Sikoro, le 20 janvier ; le sultan Ahmadou, qui l'avait reçu très amicalement, ne voulut pas le laisser partir pour le nord, sous prétexte que les routes n'étaient pas sûres ; force fut donc au voyageur de revenir sur ses pas. Il essayera de gagner Tombouktou par Tichytte et le pays des Maures ; mais comme les caravanes qui fréquentent cette route ne quittent Saint-Louis que vers le commencement de l'année, il s'est embarqué pour l'Europe et est arrivé à Bordeaux le 6 mai. Ce jour-là même il entretint la Société de géographie de cette ville des incidents et des résultats de son voyage. Aujourd'hui il se trouve à Paris où il a donné, le 30 mai, une conférence sur le même sujet dans une nombreuse réunion présidée par M. de Lesseps.

Un des problèmes les plus difficiles du lac Tanganyika paraît enfin résolu. Le lieutenant Cameron affirmait que le Loukouga, qui coule vers l'ouest, y prend son origine. Mais son opinion fut plus tard combattue par Stanley qui cependant admettait que la crique du Loukouga formerait un jour un des déversoirs du lac. C'est, en effet, ce qui paraît avoir lieu aujourd'hui. M. Hore, membre pour la partie scientifique de la Société des missionnaires protestants de Londres récemment établie à Oudjidji, rapporte qu'il a été informé par les Arabes que, pendant les dernières grandes pluies, les roseaux et les plantes qui encombraient le cours du Loukouga ont été entièrement emportés, et que la crique est maintenant une rivière aux eaux courantes. Un des Arabes va même plus loin ; il affirme avoir descendu cette rivière jusqu'au lac Kamolondo, qui, on est fondé à le croire, n'est pas du tout un lac, mais simplement une expansion du Loualaba supérieur. — (*Academy.*)

Le Transvaal compte cinq journaux dont aucun n'est quotidien. Deux sont publiés à Pretoria : le *Volkstem*, en hollandais et en anglais, tous les samedis, et le *Staats-Courant* (journal officiel) en hollandais et en anglais, tous les mercredis. A Potchefstroom il y en a également deux : le *Transvaal Advocate* publié en anglais et en hollandais, tous les lundis

et le *Transvaal Argus* paraissant aussi en anglais et en hollandais, tous les vendredis. Ces journaux sont publiés dans les deux langues européennes qui dominent dans le pays; un seul fait exception et se publie exclusivement en anglais, c'est le *Gold Fields Mercury* qui paraît tous les vendredis à Pilgrim's Rest (Gold Fields).

Le *Volkstem* seul a des rédacteurs indigènes, les autres sont entre les mains d'Anglais et sont naturellement favorables à l'annexion; le premier semble louvoyer et publie de temps en temps des articles en sens opposé.

L'esprit de tous ces journaux est généralement libéral, mais très tolérant; ils ne s'occupent jamais de questions religieuses.

Asie. — Le *Diario de Manila* annonce que l'on vient de découvrir dans l'île de Luçon (Philippines) une mine d'asbeste. Les échantillons examinés par des juges compétents ont été trouvés d'excellente qualité.

Le même journal nous apprend que l'Espagne a conclu dernièrement avec le Céleste Empire un traité qui règle l'exportation des *coolies* dans l'île de Cuba. L'instrument est rédigé en trois langues : espagnol, français et chinois.

Nous croyons faire plaisir à nos lecteurs en ajoutant à cette nouvelle empruntée au *Boletin* de la Société géographique de Madrid, les renseignements suivants sur l'émigration chinoise; nous les empruntons au *Bulletin de la Société de géographie commerciale de Bordeaux*.

Il y a dans l'Inde transgangétique 3 000 000 de sujets chinois, dont 15 à 18 000 dans la Birmanie anglaise. Dans la presqu'île de Malakka, 5 000 travaillent près de Malakka, aux mines d'or et d'étain; et dans la ville même 25 000 Chinois forment l'aristocratie commerçante; à Singapore ils ont le monopole de la vente de l'opium. Si nous passons dans l'Archipel Indien nous en trouvons à Java plus de 181 000 (sériciculteurs, planteurs de thé, gérants et surveillants dans les plantations); à Bornéo 80 000 exploitent les rizières de l'île, ses champs de cannes, ses plantations de poivre et de camphre, ses mines d'or, d'antimoine, de mercure, de pierres fines et de diamants. Il y en a une vingtaine de mille à Bali, à Célèbes, aux Moluques, à Ternate et à Timor; ce sont de petits commerçants, des mineurs ou des pêcheurs de perles. En 1864, il y avait 5 à 600 Chinois aux îles Marquises, et 445 en 1869 à la Nouvelle Calédonie. En 1873 on en trouvait 7 220 dans la Nouvelle Galles du Sud, 17 857 à Victoria et 1 335 au Queensland; mais en Australie et dans la Polynésie, l'immigration des travailleurs chinois est moins nombreuse que partout ailleurs, les *coolies* n'y sont point recherchés; et les législations locales sont plus disposées à empê-

cher leur arrivée qu'à la favoriser. Il en est tout autrement dans l'empire d'Annam où il y a 105 000 Chinois dont 35 000 exploitent les mines d'or de Keko dans le Tong-King. La Cochinchine française comptait, en 1873, près de 50 000 Chinois sur une population fixe de moins de 1 500 000 habitants. On évalue de 30 à 32 000 le nombre de ceux qui sont établis dans le royaume de Camboge, placé, depuis 1873, sous le protectorat de la France ; et à un million et demi, sur six millions d'habitants, ceux du royaume de Siam, dans lequel ils ont introduit la culture de la canne et le goût de l'opium. Dans les ports du Japon ils forment la moitié de la population étrangère. Bourbon en a 3 000, Maurice quelques centaines, Cuba 60 à 80 000 et le Pérou 50 à 60 000. Arrivons aux États-Unis. Un rapport officiel porte qu'au 1er juillet 1876 il y avait dans la République 148 000 Chinois dont 60 000 pour le seul État de Californie, et 14 000 dans l'Orégon, la Névada et les territoires d'Idaho, de Montana, de Washington et de Utah. En Californie ils ont envahi successivement tous les métiers; aussi les législateurs californiens réclament-ils hautement du Congrès une loi contre *cette peste jaune*. Si nonobstant le *veto* que le Président des États-Unis aurait, d'après les dernières nouvelles, opposé à la loi restreignant l'immigration des Chinois en Californie, cette loi venait à passer dans un ou deux ans, il ne serait pas impossible que les *Celestials*, comme on les nomme dans les pays anglo-saxons, ne se dirigeassent vers l'Afrique orientale ou centrale, dont la colonisation est la grande préoccupation actuelle des puissances de l'Europe.

Amérique. — Le Mississipi est un des fleuves les plus remarquables du monde, tant par l'étendue de son cours et le volume de ses eaux que par les singularités qu'il présente. La quantité de bois qu'il arrache durant ses crues aux contrées arrosées par ses eaux, et qu'il charrie ensuite dans son lit, est vraiment extraordinaire. Les troncs d'arbres obstruent la navigation ou la rendent extrêmement dangereuse. Ces troncs finissent par s'engraver à moitié dans le fond de la rivière, leurs sommets seuls se relèvent ; mais, inclinés par la force du courant, ils restent cachés sous l'eau comme autant de lances en arrêt. Les bateaux qui remontent le fleuve avec vitesse, les steamers par exemple, viennent donner brusquement contre ces obstacles et quelquefois s'y briser. « La plupart du temps ces pieux formidables, dit le capitaine Hall en parlant de la navigation du Mississipi, demeurent tellement tranquilles, qu'on ne peut connaître leur présence que par un léger remous qui se produit à la surface du courant et que l'expérience apprend à distinguer ; d'autres fois ils se balancent verticalement, tantôt montrant leur tête à la lumière et tantôt la plongeant dans le fleuve. »

Rien n'est plus commun que de rencontrer d'immenses radeaux for-

més dans la partie supérieure du fleuve ou de ses affluents, et poursuivant tranquillement leur route vers la mer où ils vont échouer ou se perdre dans le golfe du Mexique, à peu de distance des embouchures du fleuve. On ne peut se faire une idée de la quantité de mètres cubes de bois qui s'enfouissent ainsi dans les sables de la mer en une centaine d'années.

Dans un des bras du Mississipi, il existe un immense radeau de cette espèce, arrêté dans sa marche. Il forme aujourd'hui barrage et s'accroît tous les ans de tout le bois qui arrive dans cette direction. Ses dimensions, mesurées par un voyageur, il y a une vingtaine d'années, étaient de trois lieues et demie de longueur sur 600 pieds de largeur et huit d'épaisseur. Cette masse énorme provient du bois qui s'est accumulé, dans une seule branche du Mississipi, dans l'intervalle de trente-huit ans ; car ce barrage n'est pas d'une date plus ancienne. Ce radeau, quoique stationnaire, est cependant libre à la manière d'un immense bateau tenu à l'ancre ; il s'élève ou s'abaisse suivant la hauteur des eaux du fleuve. Il est entièrement couvert de broussailles et de végétations fleuries, et il réalise parfaitement ces jardins flottants dont les industrieux habitants du pays de Cachemire couvrent les eaux enchanteresses de leurs lacs. « Cette masse qui s'accroît d'année en année, dit à ce sujet un naturaliste, finira sans doute par obstruer entièrement le fleuve, ou par couler à fond, ou par s'en aller en débâcle échouer quelque part à la côte. »

Tous les arbres arrachés par le Mississipi dans sa course ne s'arrêtent pas dans son lit ou dans les sables de son embouchure ; il y en a qui s'éparpillent çà et là dans le golfe du Mexique, il s'en trouve même qui, emportés dans la haute mer, sont entraînés par le *gulfstream* et vont, sur les côtes de l'Islande, du Spitsberg et du Groënland, fournir à ces contrées glacées le bois dont la rigueur de leur climat les prive. Ces troncs, charriés par un seul courant, se répartissent sur un espace deux fois grand comme l'Europe ; les courants de la mer et les vents les font échouer sur toutes les côtes de l'Amérique du Nord. L'auteur d'une histoire du Groënland affirme que le bois qui vient échouer sur les côtes de l'île de Jean Mayen égale quelquefois la superficie entière de l'île. Dans les baies de l'Islande et du Spitsberg on trouve, au milieu de mille autres espèces de bois, des amas de bois de campêche et de bois de Fernambouc, comme on en voit dans les ports des nations civilisées; et c'est la nature qui s'est chargée de fournir ces produits au commerce sans aucuns frais de transport. Tout ce bois dont profitent les populations septentrionales, ne vient pas sans doute du Mississipi : les autres fleuves en déversent de leur côté dans la mer, sur les mêmes routes ; mais de tous ces flottages naturels, aucun n'est plus actif et plus puissant que celui de ce grand fleuve, nourri par tant de tributaires et laissé libre de dévaster à son gré les forêts vierges les plus magni-

fiques du monde ; et puis n'aboutit-il pas directement au plus grand courant qu'il y ait dans l'Océan, au fameux courant du golfe du Mexique ?

Tout le monde a entendu parler des arbres géants de la Californie, les *Sequoia gigantea*, plus connus dans les jardins de l'Europe sous le nom de *Wellingtonia*. On leur attribuait pour le moins trois ou quatre mille ans d'existence. Il paraît qu'ils sont loin d'avoir cet âge respectable. D'après M. J.-G. Lemmon, les plus vieux n'auraient que de 1200 à 1500 ans, ce qui est déjà assez joli. M. Lemmon s'est appliqué à compter les couches d'un sequoia dont une coupe transversale forme le plancher d'une maison ; la circonférence de l'arbre était de 25 mètres et son plus grand diamètre de 8 mètres. L'auteur a trouvé, en comptant sur trois rayons différents, 1260, 1258 et 1261 couches annuelles. — Le fameux *Sequoia Hercules*, renversé par un orage en 1862, avait 72 mètres de haut et 4 1/2 de diamètre à 8 mètres au-dessus du pied ; on lui donnait 3000 ans, le nombre exact de ses couches a été trouvé de 1232. — Le *Léviathan*, abattu dernièrement, passait pour avoir 4000 ans d'existence. On allait à cheval sous la voûte formée par la partie inférieure du tronc ; d'autres pieds abritaient jusqu'à 25 et même 30 chevaux. Eh bien, le nombre de ses couches ne s'élève qu'à 1500 ; le Léviathan avait 100 mètres de haut et un diamètre de près de sept mètres à deux mètres du sol.

Les arbres dicotylédons forment quelquefois deux couches par an dans les pays chauds et secs. Il est donc assez difficile de bien préciser leur âge par le nombre de leurs couches concentriques. Quoi qu'il en soit, il semble certain, d'après les observations de M. Lemmon, qu'en accordant 1200 à 1500 ans aux géants de la Californie, on leur fait encore une part assez large, et que l'on se trouve plutôt au delà qu'en deçà de la vérité.

Canal interocéanique. — Le Congrès d'étude du canal interocéanique s'est réuni à Paris le 15 mai, à l'hôtel de la Société de géographie, sous la présidence de M. le vice-amiral baron de la Roncière le Noury, qui, après avoir installé le Congrès, a cédé le fauteuil à M. de Lesseps.

Cent trente-quatre délégués étaient présents, soixante-douze français et soixante-quatre étrangers, parmi lesquels un grand nombre d'Américains. Pour faciliter les travaux, le bureau avait distribué les membres en cinq commissions chargées des questions de statistique, d'économie, de navigation, de technique, et des voies et moyens. Ces commissions se composaient respectivement de 18, 16, 17, 50 et 15 membres. C'étaient, comme on voit, les 1re 2e et 5e commissions qui

avaient à s'occuper de la partie financière du projet. Il résulte de leurs calculs que les relations commerciales avec l'Océan Pacifique ont augmenté, dans les derniers temps, de six pour cent par an et que le transit par le canal s'élèvera à sept cent millions de tonneaux de mer, quel que soit le tracé que l'on adopte. La quatrième commission a examiné les conditions de navigabilité du canal, qu'il fût à écluses ou de niveau, avec ou sans tunnel. Elle a conclu qu'en tous cas, il devrait avoir une profondeur minimum de $8^{m}50$, et une largeur à la cuvette de 25 mètres; dans les parties où l'extraction serait facile, la largeur au niveau d'eau devrait être de 70 mètres, et dans les parties rocheuses elle pourrait être réduite à 30 mètres. Pour la navigation en tunnel, fait absolument nouveau, sinon pour la batellerie du moins pour la marine, la commission, persuadée qu'il est de l'intérêt même de la Société qui entreprendra un pareil travail, d'offrir tous les moyens de sécurité possibles, est d'avis que la hauteur de voûte doit être calculée de manière à ce que le trajet puisse s'effectuer avec les mâts de hune calés. La hauteur demandée est de 30 mètres au-dessus des plus hautes eaux. L'arc au sommet de la voûte devra être calculé de manière à offrir un passage sans danger pour la mâture des navires, qui, par suite de brusques mouvements de barre ou de chargements mal équilibrés, donneraient de la bande.

Mais la partie la plus importante des travaux était échue à la quatrième commission. Elle avait pour tâche d'examiner les moyens techniques à employer pour exécuter le canal, c'était donc, en définitive, à elle à indiquer le meilleur tracé. Différents ingénieurs préconisèrent chacun leur système. Tous furent successivement écartés, excepté deux : le canal par le lac de Nicaragua avec écluses, ou par l'isthme de Panama sans écluses, mais avec un tunnel de six kilomètres. D'après un premier calcul, l'un devait coûter six à sept cent millions et l'autre 1200 millions sans compter les millions qu'il faudra payer à la Compagnie du chemin de fer pour le rachat de son privilège. Un écart aussi considérable fut cause que l'on se remit au travail, et l'on fit subir une révision sévère à tous les calculs : ainsi l'on trouva que le coût du canal du Nicaragua devrait monter à environ 900 millions, tandis que celui de Panama pourrait s'exécuter pour un peu plus d'un milliard.

Considérant l'énorme écart entre les marées du Pacifique et celles du golfe du Mexique, on a jugé nécessaire l'établissement d'une écluse de marée du côté de Panama.

En outre, on a trouvé que le tunnel n'était pas strictement nécessaire, et qu'il pourrait être remplacé par une tranchée à ciel ouvert ; celle-ci serait creusée au travers du roc volcanique et aurait 83 mètres de profondeur sur un dixième de pente.

C'est le jeudi, 29 mai, que le Congrès a terminé ses travaux par l'adoption de la résolution suivante :

« Le Congrès estime que le percement d'un canal interocéanique à niveau constant, si désirable dans l'intérêt du commerce et de la navigation, est possible, et que le canal maritime, pour répondre aux facilités indispensables d'accès et d'utilisation que doit offrir avant tout un passage de ce genre, devra être dirigé du golfe de Limon à la baie de Panama. »

Le vote qui a eu lieu par appel nominal a donné le résultat suivant :

Votants, 98 ; pour, 74 ; contre, 8 ; abstentions, 16 ; 36 membres étaient absents. Les huit opposants sont cinq Français et les représentants du Mexique, du Nicaragua et de Guatemala.

Mers polaires. — Le 6 juin, le *Willem Barendts* a quitté Ymuiden, pour entreprendre son second voyage dans la mer glaciale du nord. Pour rester en communication avec la mère patrie, il a emporté un certain nombre de pigeons voyageurs appartenant aux meilleures races. Il lâchera le premier à son arrivée au cap Nord.

Nous avons annoncé, d'après un télégramme de San Francisco, la nouvelle communiquée par des Tchouktchis, habitant près le détroit de Béring, à des baleiniers américains, suivant laquelle le navire le *Véga* du professeur Nordenskjöld se trouvait enfermé dans les glaces à une quarantaine de milles au nord du détroit ; nous avons mentionné en même temps l'ordre de l'empereur de Russie d'envoyer des secours à l'expédition. Les rédacteurs des *Mittheilungen* de Gotha ont publié dans les journaux allemands la dépêche suivante reçue le 16 mai dernier de M. Sibiriakof, riche négociant d'Irkoutsk, qui est intéressé dans l'expédition.

« M. le professeur Nordenskjöld a envoyé une lettre au gouverneur général de la Sibérie Orientale. Cette lettre, qui est datée du 25 septembre 1878, a été portée à Anadyrsk par des Tchouktchis, et est arrivée à Irkoutsk le 28 avril 1879. Le navire le *Véga* était pris par les glaces près de Serdtsa Kamen (pointe N.-E. de la presqu'île Tchouktchi) depuis le 16 septembre 1878. Tout le monde se portait bien à bord. Les vivres et le charbon étaient suffisants. »

M. Sibiriakof n'avait pas attendu des nouvelles directes de l'illustre voyageur pour s'occuper d'envoyer à son secours. Aussitôt qu'il eut appris que l'expédition se trouvait prise dans les glaces, il fit construire en Norwège un steamer auquel il donna le nom de *Nordenskjöld*. Ce navire a quitté Malmoe dans la première moitié de mai et se rend dans l'Océan Pacifique par l'isthme de Suez pour se diriger, par le détroit de Béring, vers le point où est arrêté le *Véga* : en outre, M. Sibiriakof a ordonné au *Léna*, qui, après avoir convoyé le Dr Nordenskjöld, jus-

qu'à l'embouchure du fleuve dont il porte le nom, était remonté jusqu'à Irkoutsk, de quitter cette ville aussitôt après la débâcle et d'aller par la mer Glaciale rejoindre son ancien compagnon de voyage.

Une nouvelle lettre du Dr Nordenskjöld vient d'arriver à Irkoutsk ; elle est du commencement de février et annonce que tout continue à aller bien.

L. D.

PHYSIQUE.

—

1. **La lumière électrique.** — On s'est beaucoup occupé, en ces derniers temps, des perfectionnements qu'il était nécessaire d'apporter aux appareils qui nous fournissent la lumière électrique, pour qu'il fût possible d'en vulgariser l'usage. En vérité, ces appareils ne sont pas nombreux, ils se réduisent dans chaque cas à une source électrique et à un brûleur, le réservoir et la mèche de nos lampes antiques ; mais la difficulté n'en était pas moins grande.

Le premier homme qui s'avisa de voir clair durant la nuit, prit une brindille sèche, la fit tourner rapidement entre les lèvres d'une gerçure de bois mort et l'enflamma ainsi. Son travail fut transformé en chaleur et en lumière. Au fond notre procédé moderne diffère peu de ce procédé préhistorique. Dans nos appareils, quels qu'ils soient d'ailleurs, pour obtenir la flamme lumineuse de l'arc électrique, ou nous brûlons un corps comme on brûlerait un fallot, ou nous transformons une quantité donnée de travail mécanique en lumière. Je crois qu'il ne serait pas inutile d'insister d'abord sur ce point.

Les deux sources d'électricité auxquelles on recourt généralement pour l'éclairage sont les batteries de piles hydro-électriques, et les machines magnéto-électriques. Quand Children, le premier, produisit entre des pointes de charbon une lumière si intense et si brillante que son auditoire la jugeait plus éclatante que celle du soleil; quand plus tard Davy fit jaillir entre ces mêmes pointes un arc lumineux de quatre pouces, c'était aux éléments hydro-électriques qu'ils empruntaient chaleur et lumière.

Or, dans ces éléments, ce qui détermine le flux électrique n'est autre chose que la dissolution d'une quantité donnée de zinc dans l'eau acidulée, et de son côté, la dissolution du zinc dans l'acide n'est autre

chose qu'une forme particulière de la combustion du zinc. Le zinc brûle à l'air libre avec une belle flamme colorée en donnant naissance à une quantité de chaleur que nos appareils mesurent. Cent grammes de houille brûlant à l'air libre produisent une quantité de chaleur constante. Cent grammes de zinc brûlant dans les mêmes conditions produisent aussi une quantité de chaleur constante.

Il n'en est pas autrement quand le zinc brûle au sein d'un acide. Seulement, tandis qu'au sein de l'air il trouve à portée l'oxygène nécessaire à sa combustion, pour le trouver au sein du liquide, il le doit d'abord séparer de l'hydrogène auquel il est uni, et les 4/5 de la chaleur due à sa combustion s'épuisent à fournir le travail requis pour ce déchirement des molécules aqueuses.

M. Favre a très élégamment démontré (1) que la combustion d'une même quantité de zinc, dans une même solution acide, donne toujours naissance à une même quantité de chaleur ; soit qu'elle se produise rapidement, comme dans un appareil à préparer l'hydrogène, soit qu'elle s'effectue lentement, comme dans un élément de pile. Il a pu même établir cette loi remarquable : « La quantité de chaleur dégagée par une même somme d'actions chimiques est constante et indépendante du circuit dans lequel elle se répand (2). »

L'élément hydro-électrique qui sert de base à nos batteries est donc comme un foyer de machine, où se développe par la combustion du zinc une quantité d'énergie vibratoire déterminée et susceptible d'être soumise au calcul. Une partie de cette énergie se dégage même sous forme de chaleur dans le circuit électrique... On l'y peut saisir et la mesurer au passage. Joule qui tenta le premier cette mesure y réussit et découvrit cette loi fameuse qui porte son nom : « La quantité de chaleur dégagée pendant l'unité de temps, dans un conducteur traversé par un courant électrique, est porportionnelle au carré de l'intensité du courant et à la résistance du fil (3). »

On peut aussi mettre le circuit en relation avec un moteur électrique et obliger une partie de l'énergie vibratoire qui le traverse à se transformer en travail visible. On trouve alors une diminution dans la quantité de chaleur dégagée. Cette diminution est rigoureusement équivalente au travail extérieur effectué par la machine.

Le moteur électrique se trouve donc être une véritable machine thermique, transformant en travail une partie de la chaleur produite

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* 1857. T. 45, p. 66.

(2) V. Verdet, *Théorie mécanique de la chaleur*. T. 2, 1re partie, p. 167. — Œuvres. T. 8

(3) *Philosophical Magazine*, 1841, 3e série, t. 19, p. 260, et 1852, 4e série, t. 3, p. 486.

par les actions chimiques dont la pile est le siège, comme une machine à vapeur transforme en travail une partie de la chaleur due à la combustion du charbon qui brûle sous la chaudière. Bref, et pour résumer ce que nous venons de dire : les batteries d'éléments hydro-électriques, sont de vrais foyers, où le zinc brûle et d'où la chaleur se répand dans tout le circuit en rapport avec la pile.

Passons aux machines magnéto-électriques. C'est en l'automne de 1831, que Faraday découvrit une source nouvelle d'électricité : un aimant s'approchant ou s'écartant d'un circuit métallique fermé, y développe un courant que l'on a appelé courant induit, et qui manifeste toutes les propriétés du courant issu des piles ordinaires.

En 1850, Nollet professeur à l'École militaire de Bruxelles, imagina et monta une grande machine destinée à produire et à utiliser industriellement les courants induits ; perfectionnée par M. Van Malderen, vendue ensuite à la compagnie française l'*Alliance* dont elle porte le nom, elle a servi de type aux machines anglaises de Holmes. Depuis, Ladd, Wilde, Siemens, Gramme ont imaginé des machines du même genre, et ce sont elles — nous dirons bientôt pourquoi — que l'on utilise généralement pour l'éclairage électrique.

Des essais sur le pouvoir éclairant de ces diverses machines ont été institués en Angleterre en 1876-77 par M. Douglas, ingénieur en chef, et M. Ayres, ingénieur ordinaire de la corporation de *Trinity-House* (administration des phares). Nous en reproduisons ici les résultats exprimés en bougies-étalons anglaises.

Alliance	maximum.	1,953	. . minimum.	1,953
Holmes.		1,533	. . . . .	1,523
Gramme n° 1		6,663	. . . . .	4,016
Gramme n° 2		6,633	. . . . .	4,016
Siemens (grande machine) . . .		14,818	. . . . .	8,932
Siemens (petite machine n° 1) . .		5,539	. . . . .	3,339
Siemens (petite machine n° 2) . .		6,864	. . . . .	6,864
2 Holmes accouplées		2,811	. . . . .	2,811
2 Gramme accouplées n° 1 et 2 .		11,396	. . . . .	6,869
2 Siemens n° 1 et 2		14,134	. . . . .	8,520

La supériorité de la machine Siemens est donc incontestable ; aussi c'est elle qui fut définitivement adoptée (1).

Dans toutes ces machines, une série d'aimants s'approchent et s'écartent successivement d'une série de bobines aboutissant au conducteur de l'appareil ; les courants développés dans le premier cas et dans le

(1) Tyndall, *Conférence à Royal Institution*, le 17 janvier 1879.

second sont de sens inverses; mais, quand il en est besoin, le jeu de commutateurs disposés à cet effet redresse l'un des deux courants ; si bien que le conducteur principal est traversé par le flux électrique dans une direction toujours la même.

Le rapprochement et l'écart des aimants sont déterminés par la rotation de l'axe qui les supporte, et cette rotation est le fait d'un moteur ordinaire à vapeur ou à gaz.

Ici encore une partie de la chaleur dégagée par la combustion du charbon, dans le foyer, ou du gaz dans le cylindre de la machine thermique, se retrouve dans les éléments qui forment le circuit de l'appareil, mais elle a traversé dans l'intervalle une forme intermédiaire. Le moteur l'a fournie à l'appareil électrique, sous forme de travail mécanique, emportant dans une rotation rapide l'axe qui soutenait les aimants mobiles. Et ce travail lui-même a repassé sous forme de chaleur en présence des bobines devant lesquelles les aimants étaient successivement amenés par le mouvement de l'axe.

Si bien qu'ici encore, au début du phénomène, on développe une quantité donnée de chaleur que l'on retrouve, à la fin du phénomène, répandue sur toute l'étendue du circuit dans une proportion plus ou moins réduite.

Ceci posé, il apparaît que le choix entre les sources de lumière électrique dépend presque en entier de la solution donnée à la question que voici :

Pour dégager, dans un circuit électrique, une quantité de chaleur donnée, est-il plus économique de brûler du charbon que de brûler du zinc ?

On a résolu cette question, dans les applications industrielles de l'éclairage électrique, en recourant de préférence aux machines magnéto-électriques.

Le générateur, la source d'électricité étant choisie, il restait à trouver le moyen le plus simple pour rendre lumineuse la chaleur qu'elle répand dans le circuit électrique de l'appareil.

La loi de Joule l'indiquait : « La quantité de chaleur dégagée, pendant l'unité de temps, dans un conducteur traversé par un courant, est proportionnelle au carré de l'intensité du courant et à la résistance du fil. » Il suffisait d'augmenter cette résistance. Wollaston avait d'ailleurs institué une expérience qui devait mettre sur la voie, même avant qu'on ne connût la loi de Joule. Il avait réuni les deux pôles d'un élément à grande surface, par un circuit formé de chaînons d'un gros fil, réunis deux à deux par des chaînons de fil fin : ceux-ci, dont la résistance est notablement supérieure, devenaient incandescents, tandis que la température du fil gros s'élevait à peine. La solution était donc trouvée. Dans un circuit de faible résistance, traversé par un courant élec-

trique, intercalez un élément de grande résistance, et dans cet élément la chaleur s'accumulera au point de l'amener à l'incandescence et même à la fusion. Le moyen de transformer en lumière la chaleur du circuit était donc bien aisé.

Le charbon métallisé, le platine réduit en fil très mince et cependant presque inaltérable, l'iridium dans le système Edison, fournissent de nos jours ces éléments réfractaires et résistants.

Le haut prix du platine et de l'iridium, les ont fait passer au second plan dans les applications industrielles, et c'est bien le charbon qui y garde le haut du pavé.

Mais son emploi se complique d'une difficulté particulière.

Quand deux baguettes de charbon ferment, en se touchant l'une l'autre, le circuit d'un générateur électrique, la résistance considérable que présente au passage du courant leur contact toujours imparfait, amène à l'incandescence leurs parties contiguës. Ordinairement la plus petite couche d'air, interposée entre eux, suffirait pour arrêter le courant; mais lorsque les pointes des charbons, d'abord au contact, sont ensuite légèrement écartées, il se produit entre elles un transport de matière incandescente qui sert de véhicule au courant.

Si l'on projette alors sur un écran l'image agrandie des baguettes, on voit le charbon positif se consumer rapidement tandis que le charbon négatif demeure à peu près invariable. A la longue l'usure du premier se prononçant toujours davantage, l'intervalle qui les sépare s'agrandit, et il arrive un moment où le courant ne le traverse plus : l'arc lumineux s'évanouit.

Pour obvier à cet inconvénient on a imaginé d'abord toute une série de régulateurs plus ou moins compliqués, dont le but unique était de maintenir les charbons à une distance constante, en relevant d'autant qu'il s'usait le charbon positif.

Duboscq, Foucault, Serrin, Browning, Siemens, Carré, Gramme, Archereau et vingt autres, plus récemment Werderman, Ducretet, Reynier, etc., ont imaginé de ces régulateurs, d'une perfection fort grande. Mais, nous l'avons dit dans une Revue précédente, ces régulateurs promettent plus qu'ils ne réalisent et l'on a songé à s'en passer. Un jeune officier russe, M. Jablochkoff, s'est résolument lancé dans cette voie. On a beaucoup parlé de la bougie Jablochkoff; la voici. Deux baguettes de charbon sont juxtaposées à une faible distance l'une de l'autre : le mince intervalle qui les sépare est rempli par une substance isolante, le kaolin ou la craie. Chacun de ces charbons est mis en rapport par sa base avec l'un des pôles de la source électrique, et leurs sommets sont réunis par une ligature de cuivre fin. Quand le courant passe il remonte suivant l'un des charbons, traverse la ligature et redescend par l'autre. Mais la ligature est bientôt fondue, et entre les deux pointes, séparées mainte-

nant, jaillit l'arc lumineux. Ici encore le charbon positif serait seul à se consumer et à se détruire, mais M. Jablochkoff lance dans sa bougie des courants de sens alternativement inverses et l'usure se fait ainsi, de part et d'autre, avec beaucoup de régularité. A mesure que les charbons se consument, la couche isolante qui les sépare dans leur longueur fond près de leur pointe, et découvre successivement toute la matière combustible des baguettes.

M. Jamin vient à son tour d'imaginer un brûleur électrique. Les bougies Jablochkoff brûlent les pointes en haut. Il s'ensuit que l'arc voltaïque qu'elles produisent tend à se courber, et par suite à s'allonger et à se rompre, en s'élevant par l'action de l'air échauffé et aussi par la répulsion du courant qui monte dans un des charbons et descend dans l'autre. M. Jamin combat cette tendance par l'action d'un courant voisin et parallèle qui, marchant dans le même sens que le courant de l'arc lumineux, exerce sur lui une action attractive. Il obtient ce résultat en faisant passer le courant dans ce qu'il appelle le *circuit directeur*. Voici comment le professeur de l'École polytechnique décrit lui-même son appareil (1).

« Les deux charbons sont maintenus parallèles par deux tubes de cuivre isolés, séparés par un intervalle de 2 ou 3 millimètres, dans lesquels ils glissent à frottement doux et qui servent à la fois à les diriger et à amener le courant. Ils sont entourés par un circuit directeur composé de cinq à six spires repliées sur un cadre rectangulaire mince, de 0^m40 de longueur sur 0^m15 de largeur ...Ce circuit, traversé par le même courant que les charbons et dans le même sens, amène et fixe l'arc électrique à l'extrémité des pointes.

» L'allumage se fait automatiquement. A cet effet on enveloppe les deux extrémités des charbons d'une jarretière mince en caoutchouc qui les serre l'un sur l'autre; puis on insinue entre eux, un peu au-dessus, un petit fragment de fil de fer qui les met en communication serrée par un seul point. Aussitôt que l'on ferme le circuit, le courant traverse ce fil, le rougit et fond le caoutchouc; les deux charbons redevenus libres se séparent et l'arc s'établit avec une sorte d'explosion. »

Cette bougie nouvelle, M. Jamin propose de la brûler les pointes en bas.

« On peut, dit-il, suspendre l'appareil de deux manières; ou en mettant les pointes en haut ou en les dirigeant vers le sol. Ce sont des conditions très différentes. Étudions le premier cas.

« L'arc électrique ne peut dépasser, sans se rompre, une longueur qui dépend de l'intensité du courant; entre deux pointes horizontales, il devrait être rectiligne parce que, d'après les lois de la conductibilité, il

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sc.* T. 88, p.829, 28 avril 1879.

prend le plus court chemin, et qu'il tend à y revenir, quand on l'en écarte, en vertu d'une sorte d'élasticité. Mais il est dérangé par les courants d'air ascendants que sa chaleur détermine ; c'est pour cela qu'il prend la forme d'une courbe relevée. Il est dérangé encore et bien plus énergiquement par le circuit directeur. Ces deux actions s'ajoutent pour le courber vers le haut jusqu'à ce que l'équilibre soit établi entre elles et son élasticité ; mais elles s'ajoutent aussi pour l'allonger, pour diminuer à la fois sa résistance à la rupture et l'intensité du courant. On voit que si elles concourent pour fixer la lumière au sommet des charbons, c'est à la condition de diminuer la limite de longueur que l'arc peut atteindre, ou, ce qui est la même chose, le nombre des foyers que l'on peut maintenir allumés avec une machine donnée.

» Il n'en est plus de même quand les pointes sont tournées vers le sol. Pendant que l'arc tend à monter le long des charbons, le circuit directeur le refoule, l'abaisse, et le loge entre les pointes, distantes de 7 à 8 millimètres. Les deux actions qui tout à l'heure s'ajoutaient se retranchent maintenant ; loin d'allonger l'arc elles le raccourcissent ; au lieu de diminuer sa résistance à la rupture et l'intensité du courant, elles augmentent l'une et l'autre. On peut dire que cet arc est comme comprimé entre deux actions contraires ; il est moins long, moins large, moins épanoui, plus dense, par conséquent plus chaud, et le nombre des foyers pourra être augmenté. »

Les charbons eux-mêmes ont été l'objet de recherches et d'essais récents. On les taillait autrefois dans les croutes de coke qui revêtaient la paroi intérieure des cornues à gaz. C'était un travail long, difficile et malpropre ; et il ne produisait que des baguettes de très médiocre longueur. On a tenté depuis longtemps de les fabriquer de toutes pièces, en les moulant à longueur voulue. On employait du coke pulvérisé très fin que l'on agglomérait ensuite au moyen de sirop de sucre. Plus tard on l'agglutina au goudron.

Les charbons actuellement les plus en usage sont fabriqués par M. Gaudoin. La calcination de brais, bitumes, goudrons, résines, essences et huiles naturelles lui fournit un charbon à peu près chimiquement pur. On le recueille, on le pulvérise et on l'agglutine avec du goudron très pur lui-même. Enfin une puissante presse hydraulique comprime le mélange dans des moules d'acier épais.

On obtient ainsi des baguettes de longueur considérable : d'un mètre par exemple, sur une épaisseur qui peut descendre jusqu'à 1 millimètre.

Il nous reste à dire un mot de ce que l'on a appelé la division de la lumière électrique. Quand les journaux ont annoncé dans leurs faits divers qu'une immense découverte venait de se faire et que l'on avait trouvé moyen de diviser la lumière électrique, ce fut un grand étonne-

ment parmi ceux que leurs études n'avaient pas laissé dans l'ignorance totale des choses de l'électricité... Ce qu'on leur donnait comme frais éclos dans la pensée de l'inventeur leur semblait vieux d'un siècle, et cette nouvelle retentissante leur fit l'effet de l'annonce soudaine de la mort de Volta.

Il n'est pas d'étudiant qui ne sache qu'au circuit principal d'une machine, on peut associer des circuits dérivés ; qu'au lieu d'un fil interpolaire on en peut placer dix, vingt, cent ! Chacun de ces circuits pourra entretenir un arc voltaïque, consumer une bougie Jablochkoff ou Jamin, car chacun d'eux recevra du courant une part inversement proportionnelle à sa résistance. Que si les résistances de tous les circuits dérivés sont égales entre elles, c'est aussi en parts égales que le courant se répartira entre eux. Tout cela était connu, très connu. La seule chose qu'Edison ait faite, ç'a été de proposer pour l'établissement de ces circuits un dispositif fort simple.

M. Tyndall le décrit parfaitement : « Supposons qu'un conducteur, mis en communication permanente avec l'un des pôles d'une pile, s'étende tout le long du boulevard des Italiens à Paris, et que l'autre pôle de la pile soit mis en communication avec les conduites de gaz. Tant qu'une communication ne sera pas établie entre ces deux conducteurs, aucun courant ne passera. Mais si l'on établit une série de communications de même résistance entre ces deux conducteurs — à chaque colonne de lanterne par exemple — le courant se divisera également entre toutes ces dérivations. Et si elles sont constituées par un fil d'iridium, métal très réfractaire, ce fil sera porté et se maintiendra au rouge blanc, répandant autour de lui une vive lumière. Tel est en somme le procédé de division de la lumière électrique proposé par M. Edison (1). »

Phonéidoscope de Sedley Taylor. — On connaît les dessins remarquables formés sur les lames vibrantes par les grains de sable coloré dont on les saupoudre. Chladni qui les réalisa le premier leur a laissé son nom. Le même procédé très simple permet de déterminer pratiquement, sur un tuyau à parois minces, et en général sur tout corps vibrant, les différentes concamérations entre lesquelles il se partage, lorsqu'à sa vibration fondamentale il surajoute les vibrations élémentaires qui constituent ses harmoniques.

Dans ces différents cas le corps vibrant a été mis en mouvement périodique par l'action d'une force étrangère qui, après l'avoir écarté un

(1) Tyndall. *Conférence à Royal Institution*, 17 janv. 1879. Trad. de l'abbé Moigno.

moment de sa position d'équilibre, l'abandonne ensuite au jeu de son élasticité propre.

Dans les expériences de M. Sedley Taylor, ce n'est plus le sable fin, ou la poussière du lycopode qui sert à marquer les figures, c'est une mince lame de liquide coloré, répandue sur toute la surface du corps. Il s'y formera de petites vagues, dont les crêtes s'accentueront par une nuance plus foncée, et se dessineront ainsi sur le fond pâle de la nappe liquide. Enfin ce ne sont pas les vibrations du corps, abandonné à lui-même, que ces dessins accuseront, mais les vibrations qu'il empruntera à une masse aérienne, ébranlée par la voix humaine.

L'appareil de M. Sedley Taylor est bien simple. « Il consiste en un cylindre vertical qui supporte une plaque métallique dans laquelle est découpée une ouverture propre à retenir une lame liquide. Au moyen d'un tube de caoutchouc, dont une extrémité est creusée dans le cylindre vertical et dont l'autre aboutit à une embouchure commode, on fait agir sur la surface inférieure de la lame des vibrations d'un son régulier quelconque, soit d'un instrument de musique, soit de la voix humaine. Les bandes de couleur s'arrangent en une figure régulière qui demeure à peu près constante, pendant un temps assez considérable, pourvu que le son excitant ne subisse aucun changement. »

Voici les résultats les plus remarquables de ces expériences. Ils ont paru dans un mémoire, présenté à la Société Royale de Londres, et que M. Sedley Taylor a résumé lui-même pour le Journal de physique de M. d'Almeida.

Les figures phonéidoscopiques présentent un caractère spécial, à savoir des tourbillons associés par couples et tournant dans des directions opposées. La vitesse de rotation des tourbillons dépend exclusivement de l'intensité du son excitant.

En général, outre ces tourbillons, une figure phonéidoscopique présente une série de bandes fixes en son centre.

Aux sons graves correspondent des figures à contours relativement larges ; aux sons aigus, des dessins fort petits. En faisant vibrer simultanément deux sons de hauteurs différentes, on obtient une figure qui n'est autre que la résultante des deux figures répondant aux deux sons isolés.

L'articulation des voyelles fait ressortir les différences de timbre d'une façon très saillante. Les nuances délicates entre les U français et allemand, entre le O et le Ö, le E et le Ä de cette dernière langue sont aussi nettement présentées.

« Si nous passons à l'étude des diphtongues, nous voyons que la figure phonéidoscopique passe successivement de celle de la première voyelle composante à la seconde, ce qui prouve expérimentalement que les diphtongues sont bien, comme l'écriture ordinaire l'indique, un composé

de deux actions successives. » M. Ward avait devancé M Sedley Taylor dans plusieurs de ces expériences et ce dernier se plaît à le reconnaître.

Le logographe de M. Barlow. — Le logographe de M. Barlow remonte plus haut. C'est en 1874 que son auteur en exposa le mécanisme à la Société Royale de Londres. « L'objet que je me proposais, disait M. Barlow, était d'obtenir un tracé des forces pneumatiques qui accompagnent les articulations de la voix humaine, sous la forme de diagrammes, tels que ceux qui servent à l'étude des pressions à l'intérieur des corps de pompe des machines à vapeur. »

M. Barlow espérait, et ne désespère pas encore de rencontrer dans ces tracés un ensemble de signes assez différenciés les uns des autres pour être aisément lisibles.

Ses expériences, reprises assez récemment à la suite des découvertes de Bell et d'Edison, me semblent pourtant de nature à ébranler son espérance. Sans doute, chaque tracé porte en soi le caractère propre de l'émission qui l'a fourni, mais le caractère est si peu sensible qu'il échappe à l'analyse ordinaire. Comment pourrait-il frapper l'attention superficielle d'un regard impatient, qui, lassé déjà de se traîner à la suite des caractères typographiques, se prend mainte fois, suivant une expression très vraie de Mgr Dupanloup, « à lire en perpendiculaire ? »

Quoi qu'il en soit, voici l'instrument de M. Barlow.

« L'appareil présente une petite embouchure de trompette dont l'extrémité élargie se termine en une ouverture de 0^m, 07. Cette ouverture est couverte par une mince membrane de caoutchouc. Un bras léger d'aluminium, fixé au cadre de l'ouverture, vient appuyer sur le centre de la membrane et porte à cette extrémité mobile un petit pinceau de martre imbibé de couleur. Une bande de papier comme celles des appareils télégraphiques passe dessous et est juste effleurée par le bout du pinceau, de telle sorte que, pendant le repos de la membrane, une ligne est tracée qu'on peut appeler la ligne du zéro.

» Il est inutile de noter que l'embouchure de l'instrument présente une petite ouverture latérale pour l'échappement de l'air (1). »

Si je voulais analyser par le menu les résultats auxquels M. Barlow est arrivé, j'aurais quelque peine à le faire sans recourir à la reproduction des diagrammes. Mais on peut en donner une idée générale.

L'émission des consonnes est marquée par une élévation soudaine du pinceau au-dessus de la ligne du zéro ; arrivé au maximum de sa course, il reproduit la voyelle sous la forme d'une petite ligne ondulée qui redescend lentement vers la ligne de départ. Ainsi dans l'articulation de la syllabe

(1) *Journal de physique* de Ch. d'Almeida, mars 1879, p. 78.

bé, le pinceau s'élève d'abord verticalement d'un seul bond, puis il oscille en revenant à son point de départ suivant un arc de cercle d'un rayon assez considérable. Au contraire, dans l'articulation de la syllabe *eb*, le pinceau s'élève graduellement en décrivant une courbe ondulée, puis au moment où la consonne se prononce, il retombe brusquement à son point de départ.

Les différentes consonnes présentent toutes ces verticales brusquement élevées : elles diffèrent l'une de l'autre par une hauteur plus ou moins grande. C'est la consonne T qui donne la verticale la plus haute.

On conçoit que cette différenciation par les longueurs de diverses droites, n'est pas fort prononcée. Elle le serait qu'une nouvelle difficulté viendrait à surgir, car il est bien évident que cette longueur n'est pas toute le fait du caractère propre de la consonne émise, le plus ou moins d'énergie avec laquelle la consonne est prononcée la modifie également. En vérité, une inscription hiéroglyphique doit être plus facile à résoudre.

Pour les voyelles, M. Barlow reconnaît qu'elles ne se différencient pas, mais il ajoute : « Quant au défaut de dissemblance entre les voyelles, il n'a pas une très grande importance quand l'objet à atteindre est le déchiffrement de tracés fournis par des sons connus. Les sténographes peuvent parfaitement se lire, lors même qu'ils n'ont mis aucune indication de voyelles. »

On voit que les essais de M. Barlow sont fort loin de ce que promet le nom de son instrument.

Inscription électrique de la parole (1). — M. Boudet, de Paris, poursuit le même but que M. Barlow, mais, pour y arriver, il prend un autre chemin. Avant d'exposer son système, il nous semble bon de rappeler les conditions du problème qu'il s'agit de résoudre. Nous avons un jour, dans cette même Revue, en traitant du téléphone, analysé le détail des phénomènes que présente le langage articulé dans ce qu'il a d'objectif. Tous les sons émis par la voix de l'homme, toutes les manières dont il peut l'émettre, toutes les intonations qu'il peut leur donner, en un mot, tout ce qu'il y a d'essentiel ou d'accidentel dans la voix et dans le langage, se présente en réalité sous la forme d'une vibration plus ou moins rapide, plus ou moins ample, imprimée aux ondes aériennes par un mécanisme organique dont le jeu est sans importance ici. Une fois sortie de la gorge, la parole n'est que cela.

Ceci posé, on peut de vingt manières différentes utiliser l'énergie emmagasinée dans la masse d'air vibrante ; on peut lui faire exécuter un travail mécanique, on peut l'obliger à laisser la trace de son

(1) *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.* T. 88, p. 847, avril 1879.

mouvement, si compliqué qu'il soit ; elle la donnera avec une fidélité extrême... La difficulté sera d'y retrouver la parole, de passer de la vibration au son, au son articulé. Graham Bell et Edison y réussissent, l'un, dans son téléphone, l'autre dans son phonographe, parce que tous deux, après avoir pris l'énergie emmagasinée dans l'air émis, sous forme de vibration, la lui restituent sous forme de vibration ; ils y remettent ce qu'ils y avaient trouvé, et dans le même état où ils l'avaient trouvé. Quant à reproduire la parole dans une de ces formes intermédiaires, tracé mécanique, pointillé du phonographe, courbes capricieuses du phonautographe, du logographe ou de l'appareil que nous allons décrire, échancrures des flammes de Kœnig, etc., c'est assurément possible, c'est même relativement facile. Mais quand la parole sera ainsi reproduite, il s'agira de la comprendre et ici commencera la difficulté du problème.

Il serait également possible de représenter par des courbes géométriques les consonnes qui interviennent dans une phrase donnée et d'échelonner le long de ces courbes, en chiffres équivalents au nombre de leurs vibrations en une fraction de seconde, les voyelles qui s'y trouvent intercalées, avec leur hauteur musicale et les changements d'intonation qu'elles ont subies durant l'élocution.

On aurait ainsi, sans le secours d'aucun instrument et par l'aide de quelques calculs seulement, un « graphique » rigoureusement exact de la parole humaine; et celui-ci serait lisible, parce qu'il serait composé de signes conventionnels dont la valeur serait arrêtée à l'avance.

Dans les tentatives dont nous venons de rendre compte, et dans celles que nous allons résumer, tout nous manque ; tout, jusqu'à la connaissance des signes et de leur valeur. Ceci soit dit pour montrer combien l'analyse du tracé de M. Barlow et de M. Boudet sera délicate et pénible.

Je n'insiste pas sur un autre côté de la question : Y a-t-il quelque espoir d'utiliser jamais des tracés semblables? On pourrait le débattre à différents points de vue, et certains esprits pourraient même se demander si ce n'est pas là perdre son temps?

Voici la description de l'appareil de M. Boudet :

L'appareil transmetteur est un parleur microphonique fort délicat. Le récepteur est un téléphone. Les vibrations de son diaphragme ne pouvaient être inscrites. On a donc enlevé ce diaphragme et l'on a fixé, sur le bois de l'instrument, l'extrémité d'un petit ressort d'acier assez résistant ; l'autre extrémité de ce ressort vient aboutir en face du noyau aimanté entouré de sa bobine ; à cette extrémité est soudée une petite masse de fer doux pesant environ dix grammes ; puis, sur cette masse, et dans le prolongement de l'axe du ressort est fixé un style en bambou de dix centimètres de long, et terminé par une plume en baleine très

mince. On devine le reste. L'auteur présente divers de ses tracés à l'Académie et termine par ces mots significatifs : « Nous n'avons pas la prétention d'avoir atteint notre but ; nous sommes loin encore de la parole écrite et facile à reconnaître à la lecture des tracés. »

Tracés phonographiques de la parole. — Le phonographe, lui aussi, porte dans sa lame d'étain poli un tracé de la parole articulée. Nous avons à diverses reprises prononcé devant son embouchure, d'abord la série des voyelles, puis la même série de voyelles précédées d'une consonne, etc., en ayant soin d'émettre voyelles et syllabes sur le même ton.

A première vue la distinction des voyelles apparaît d'abord par la profondeur du pointillé qui est maximum pour O, minimum pour I. Mais elles se différencient par une autre forme : plusieurs d'entre elles, A par exemple, présentent des séries régulières de points séparées l'une de l'autre par un point plus profond.

Il ne serait donc point impossible de les distinguer l'une de l'autre — mais, à l'inverse de ce qui arriva à M. Barlow, — il nous a été impossible de découvrir le moindre caractère différentiel entre les consonnes. Il y a bien une certaine manière dont le style semble attaquer l'étain, qui pourrait peut-être se trouver le fait de la consonne, mais ce peu de chose est si vague et si peu défini ! Et pourtant le phonographe redit bien les consonnes ; il redit parfaitement par exemple R, T, L, P.

Nous avons voulu amplifier ce tracé phonographique pour le lire plus à l'aise et nous mettre à l'abri des jeux de lumière et d'ombre qui se produisent sur la feuille polie. A cet effet, par un dispositif que chacun imagine, nous obligions le style à soulever un levier dont l'extrémité traçait, sur un cylindre enduit de noir de fumée, la courbe de ses mouvements.

Nous n'avons pas gagné grand'chose. Les voyelles sont fort nettes, mais pas de trace sensible des consonnes.

Téléphone. Différence de phase entre l'expéditeur et le récepteur. — Le téléphone a été l'objet de recherches très savantes de la part de physiciens éminents ; rien que sur un point de sa théorie nous rencontrons à l'œuvre MM. du Bois-Reymond (1), Hermann (2),

(1) Versuche am Telephone; *Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin* n° 4 et *Archives de Genève*, t. 61, p. 120; t 62, p 76.

(2) Versuche über das Verhalten der Phase.. bei der telephonischen Uebertragung ; *Annalen der Physik*, t. 5, p. 83.

Weber (1), Kœnig (2) et Helmholtz lui-même (3). M. du Bois-Reymond part de cette donnée que la membrane du transmetteur exécute les mêmes mouvements que l'air qui la frappe : et pour simplifier d'abord le problème, il suppose l'air en mouvement sous l'action d'un son simple ou pendulaire.

Dès lors on peut représenter la position d'un quelconque de ses points, par rapport à sa position d'équilibre, à chaque instant donné, par une formule connue qui servira de base au calcul.

Il est aisé de passer des variations de position de la membrane aux variations correspondantes qu'elles déterminent dans le magnétisme du barreau.

L'intensité des courants électriques que celles-ci font naître dans les bobines est proportionnelle aux vitesses avec lesquelles les variations magnétiques se succèdent.

Enfin, c'est de l'intensité de ce courant électrique que dépendent les vibrations de la membrane du récepteur. Tous ces phénomènes s'enchaînent et, les lois qui règlent leur connexion étant connues, il est possible de suivre à travers ses transformations, par le calcul, l'effet final qu'ils concourent à produire. Voici les conclusions auxquelles arrive M. du Bois-Reymond.

1. Le mouvement de la membrane du récepteur sera de même période que celui de la membrane de l'expéditeur, mais celui-ci sera en désaccord d'un quart de phase sur celui-là.

2. Deux sons de hauteur différente, mais de même intensité au départ, seront encore de même hauteur à l'arrivée, mais leurs intensités ne seront plus égales; celle du son le plus grave aura décru par rapport à celle du son le plus élevé.

Il n'est point malaisé de généraliser ces conclusions, déduites de considérations sur la nature des sons simples, et de les étendre aux sons composés.

L'effet produit par le désaccord de phase n'est pas sensible à l'oreille. Mais il n'en sera pas de même des variations de l'intensité du son grave. Les voyelles ont pour caractère propre tel harmonique dont l'intensité est renforcée à l'exclusion des autres. Si cette intensité diminue suffisamment, du transmetteur au récepteur, gardera-t-elle son caractère ? L'auteur arrive à conclure qu'elle le gardera.

M. Hermann a tenté de soumettre à l'expérience ces conclusions théoriques de M. du Bois-Reymond. La presque identité des voyelles émises

(1) On the induction that occurs in the telephone : *Philosophical Magazine*.

(2) *Journal de Physique de Ch. d'Almeida*, t. 8, p. 175, mai 1879.

(3) Telephon und Klangfarbe, *Annalen der Physik*, t. 5, p. 448.

et reçues a démontré qu'en effet l'intensité relative des harmoniques n'est pas sensiblement diminuée. Mais, en faisant interférer les vibrations de la première membrane et celles de la dernière, il avait trouvé que les deux sons étaient transmis sans différence de phase. MM. Weber et Helmholtz ont repris alors par l'analyse le même problème.

Tous deux arrivent au même résultat que M. du Bois-Reymond. « La conservation du rapport des intensités des sons pendulaires qui composent un son complexe dépend de deux valeurs très petites et même négligeables ; ces valeurs elles-mêmes ne sont autres que des différences de phases. »

M. Kœnig à son tour a cherché à déterminer ces différences. « Dans tous les cas où les résultats sont nets, la différence de phase ne s'est jamais trouvée négligeable. Elle a toujours été égale à celle qu'avait donnée M. du Bois-Reymond. »

Voici comment M. Kœnig a disposé son expérience. On enlève les plaques vibrantes de deux téléphones et on les remplace par deux diapasons A et B, établis sur des coussins isolants, en regard des noyaux aimantés. Les deux diapasons portent des miroirs sur une de leurs branches ; ils sont d'ailleurs à distance suffisante l'un de l'autre pour ne pas s'influencer directement. On les range de manière à ce qu'un rayon de lumière tombant sur le miroir du diapason A rencontre, après réflexion, le miroir du diapason B et aille de là trouver, ou un écran, ou l'œil de l'observateur, comme dans les expériences de Lissajous.

Ceci posé, on attaque le diapason A qui joue devant le téléphone transmetteur le rôle de la membrane inductrice. Aussitôt le diapason B s'ébranle, la figure optique se dessine et l'on reconnaît qu'elle répond à un désaccord d'un quart de phase.

Traitement du fer pour le préserver de l'oxydation (1). — Il y a deux ans environ, M. le professeur Barff, membre de la Société scientifique de Bruxelles, présentait à la Société des Arts, de Londres, un procédé nouveau très remarquable, destiné désormais à protéger efficacement le fer contre l'oxydation et la rouille.

Jusqu'à présent, le seul moyen qui soit en usage n'est pas suffisant. Il est incontestable sans doute que le zinc, après avoir subi une oxydation superficielle par son exposition à l'air, offre à toute oxydation ultérieure un obstacle infranchissable ; il est, par suite, encore incontestable que tout lingot de fer revêtu d'une couche de zinc jouira, en vertu de cette couverture, du même privilège ; mais la difficulté est précisement ici

(1) *Journal of the Society of Arts*, London, March, 18, 1879.

d'en bien revêtir le fer. Toute solution de continuité, toute gerçure de l'enduit protecteur, mettant à nu une région si petite qu'elle soit, offre en présence, à l'action de l'air humide, les deux métaux requis dans tout couple voltaïque, et dès lors le revêtement de zinc, au lieu de préserver de la rouille, l'engendre plus rapidement en ces points découverts ; celle-ci s'étend à la ronde, soulève la mince couche de métal protecteur et continue pas à pas son ravage souterrain. Au bout d'un temps donné, le fer est rongé par la rouille sur toute son étendue. Voyez les fils télégraphiques un an ou deux après leur pose.

On a tenté de recouvrir le fer de nickel. Ce procédé, plus coûteux d'abord, a de plus l'inconvénient de conduire au même résultat.

M. Barff a pris une tout autre voie. Il développe à la surface du fer, et à une profondeur suffisamment grande, la formation de l'oxyde noir de fer, l'ancien éthiops martial, le fer oxydulé des minéralogistes et l'aimant naturel des physiciens.

Que ce revêtement doive mettre le fer à l'abri ; c'est chose enseignée depuis longtemps dans nos laboratoires, et l'on pourrait, comme l'amiral Selwyn, renvoyer ceux qui en douteraient à de volumineux dépôts de cet oxyde enchassés dans le sol de la Nouvelle-Zélande depuis la création, et demeurés intacts à travers cette immense succession d'âges.

Mais comment déterminer la formation de cet oxyde à la surface du fer : et comment en assurer l'adhérence au noyau ?

M. Barff y arrive par une seule et même opération : en soumettant le fer, élevé à une haute température, à l'action de la vapeur d'eau surchauffée. Quand M. Barff fit connaître d'abord ce procédé si simple et si efficace, il excita un sentiment d'admiration qu'expliquaient suffisamment et l'ingéniosité de sa découverte et la grandeur des applications industrielles qu'elle laissait prévoir. Quand surgit une découverte, remarque à ce propos l'amiral Selwyn, elle a devant elle trois phases inévitables à traverser : durant la première, on dit qu'elle ne vaut rien ; durant la deuxième, après qu'il a été démontré qu'elle vaut son poids d'or, on dit qu'elle n'est point neuve; durant la troisième, quand il est prouvé qu'elle est précieuse et neuve, chacun tâche de la disputer à son inventeur. A côté de ce premier sentiment, il y eut donc d'inévitables objections, puis des doutes. M. Barff a voulu attendre deux ans avant d'y répondre : c'était attendre que l'expérience lui eût donné raison.

On avait dit d'abord : « Mais il n'y a rien de neuf là dedans. Qui ne sait que l'oxyde magnétique est inaltérable ? » Toujours l'œuf de Colomb !

M. Barff répond qu'il en a fait le premier la remarque en rappelant l'expérience traditionnelle des laboratoires de chimie, dans laquelle un jet de vapeur, lancé sur un faisceau de fils de fer, élevés au rouge, leur

abandonne son oxygène pour former l'oxyde magnétique de fer, que l'on recueille ensuite sous la forme d'une fine poussière noire; seulement on ignorait comment la rendre cohérente.

On avait dit encore que ce procédé, excellent pour la préservation d'objets de dimensions réduites « pots and pans », ne pourrait guère s'appliquer à des objets plus étendus. A cette époque en effet, l'outillage de M. Barff était restreint et ses chambres d'oxydation étaient fort étroites. Depuis lors il en a monté dans lesquelles il oxyde des pièces de 6 pieds en tous sens, et le procédé ne changerait pas si les dimensions s'étendaient à 12 et 20 pieds et davantage ; seulement il est bien évident que la chambre devrait être agrandie proportionnellement. On avait dit ensuite que cette oxydation superficielle affaiblirait la résistance du métal à la rupture. Des mesures précises ont démontré que cette crainte était vaine.

M. Barff a trouvé lui-même, durant ces deux années d'essais, des défauts à son procédé primitif, et il a été assez heureux pour les pouvoir supprimer.

Il avait remarqué qu'à la longue il arrivait parfois que la couche d'oxyde se gerçait et tombait par écailles. La cause en a été découverte ; durant l'oxydation de ces pièces, l'air n'avait pas été totalement exclu des moufles, son oxygène avait concouru en même temps que l'oxygène abandonné par la vapeur d'eau à la formation de l'oxyde, et son intervention avait compromis le résultat (1). Des expériences contradictoires ont parfaitement établi ce point.

Un autre inconvénient causa beaucoup d'ennui au professeur Barff. Après un long usage, certains objets préservés d'après son système se couvraient de taches de rouille assez étendues; en lavant la tache, on voyait reparaître la couche d'oxyde inaltérée; mais en y regardant de plus près, à l'aide d'une lentille assez forte, on découvrait la source du mal : une solution de continuité dans l'oxyde, ou comme un petit cratère plongeant jusqu'au métal lui-même et dégorgeant la rouille qu'il engendrait en son fond.

De très ingénieux raisonnements ont conduit M. Barff à y porter remède : il suffit de veiller à ce que, durant toute l'opération, la température du fer soit notablement inférieure à celle de la vapeur ; de cette façon le métal ne passera pas par des contractions et des dilatations successives qui briseraient la couche d'oxyde formée dans l'intervalle. Le fer ne

(1) « Air must be completely excluded from the oxidising chamber; because, if the oxidation of the iron depend, during any part of the process, on the oxygen in the air, such oxide formed will not adhere to the iron properly. » *Journal of the Society of Arts*, March 28, 1879; p. 390.

doit pas monter au delà de 600° Fahrenheit, ni la vapeur descendre au-dessous de 1000°.

Depuis lors cependant, M. Barff a modifié encore son procédé, mais sous cette dernière forme, il ne l'a encore appliqué qu'à des objets de petites dimensions. C'est ici la vapeur surchauffée elle-même qui sert à élever progressivement la température du moufle et du fer. Ainsi, tout danger de voir l'air s'introduire dans la chambre d'oxydation est écarté, et l'oxydation commence dès que la température à laquelle elle peut se produire est atteinte. Un jet de vapeur à 1500° rougit rapidement le moufle et les objets qu'il contient, et cinq heures suffisent pour les recouvrir de l'oxyde préservateur.

M. Barff a pu présenter à la Société des Arts, en même temps que ces détails, de nombreux rapports émanant soit d'industriels, soit de savants, soit de constructeurs, qui tous reconnaissent l'excellence de son procédé après l'avoir mis à l'épreuve.

Il est inutile, je pense, d'insister sur la portée de cette découverte.

VICTOR VAN TRICHT S. J.

L'ENCYCLIQUE ET LA SCIENCE

La philosophie confine au domaine propre de notre revue, mais elle n'en fait point partie. La Société scientifique, dont cette publication est l'organe, a distribué entre ses sections toutes les sciences qui cherchent à coordonner et à subordonner entre eux les phénomènes matériels ; elle n'a pas de section chargée d'étudier soit les phénomènes intellectuels, soit les causes substantielles de tous les phénomènes. Nos lecteurs pourtant ne songeront pas à nous demander de quel droit nous reproduisons ici, pour la recommander à leurs méditations et la défendre contre ses détracteurs, l'admirable encyclique du 4 août 1879 « sur la restauration de la philosophie chrétienne dans les écoles catholiques selon l'esprit du docteur angélique, saint Thomas d'Aquin. » S'ils ont pu jusqu'ici s'intéresser aux pages toujours sérieuses que nous leur avons présentées, c'est qu'en les étudiant ils en mesuraient la portée ; c'est qu'en voyant la lumière jaillir dans le monde matériel ils en suivaient les reflets jusque dans un monde supérieur ; c'est, en un mot, qu'en s'appliquant à la science ils n'oubliaient pas la philosophie.

Tout savant d'ailleurs essaye de considérer la nature en philosophe, et toujours, quels que soient ses succès dans la région qu'il explore, cette étude trop restreinte finit par le fatiguer, il éprouve le besoin de relever la tête et de porter plus loin ses regards, au delà des horizons scientifiques. Ceux-là même qui font profession de mépriser « la métaphysique, » en font à leur insu et souvent malgré eux.

Malgré moi l'infini me tourmente.
Je n'y saurais songer sans crainte et sans espoir ;
Et, quoi qu'on en ait dit, ma raison s'épouvante
De ne pas le comprendre et pourtant de le voir (1).

Le savant chrétien, rassuré par la foi sur les points les plus importants, n'est pas sujet à ces terreurs. Mais la foi ne peut lui suffire, parce qu'elle ne s'étend pas à tout ; et s'il n'a en philosophie que des principes indécis, confus, mal équilibrés et fort exposés à se détruire les uns les autres, quel supplice ne subira-t-il pas devant les importantes questions qui se dressent à tout moment sur son chemin ? Pour s'en délivrer, un membre distingué d'une des plus illustres académies de l'Europe ne trouva rien de mieux, il y a une dizaine d'années, que de se remettre à l'école et de recommencer *ab ovo* tout son cours de philosophie sous la direction d'un savant religieux de son pays ; de déception en déception il en était venu à désespérer de ses forces, il avait renoncé à débrouiller tout seul le chaos de ses principes, et ce qu'il voulait avant tout c'était un guide éclairé. Combien d'autres savants éprouvent le même besoin.

Eh bien ! cette direction si désirée, voici que la plus

(1) Alfred de Musset. *L'Espoir en Dieu.*

grande autorité doctrinale qui existe daigne aujourd'hui l'offrir, non seulement aux savants, mais à tous les esprits cultivés. Car il ne faut pas que la modestie du titre nous cache la portée réelle de l'encyclique. L'enseignement philosophique dans les écoles catholiques et particulièrement dans les séminaires ecclésiastiques peut bien être la préoccupation la plus actuelle de Léon XIII, mais il est évident qu'elle n'est pas la seule. Qu'on lise ces belles considérations sur le magistère divin de l'Église, sur l'influence heureuse ou funeste des doctrines, sur les grands services que la science humaine rend à la foi et à la science divine ; ces règles si sages sur les rapports de la raison et de la foi ; cette rapide et vivante histoire de la philosophie chrétienne dans ses treize premiers siècles ; ce brillant panégyrique du génie si profond et si vaste de saint Thomas d'Aquin, appuyé par le suffrage des philosophes et des théologiens, des ordres religieux et des universités, des pontifes romains et des conciles œcuméniques, et par les aveux mêmes des hérésiarques ; cette juste condamnation du long oubli où l'on a délaissé de pareils trésors ; et l'on comprendra que, désireux de les rendre à l'Église et à la société, le pape ne s'adresse pas seulement aux directeurs de l'enseignement ecclésiastique, mais à tous ceux qui ont à cœur les grands intérêts dont il nous parle, l'ordre et la prospérité des états, le développement de toutes les bonnes études, le succès dans les arts et les progrès des sciences naturelles. Il faut même remarquer qu'il insiste tout particulièrement sur ce dernier point, et c'est pour nous une raison d'étudier avec d'autant plus d'attention cette œuvre magistrale.

Ce ne sera pas d'ailleurs un travail bien pénible. La lettre pontificale, malgré la majestueuse sérénité dont elle est empreinte, nous paraît ressembler, pour la rédaction et le style, à ces articles bien écrits que le directeur d'une revue est heureux de publier, qui dès les premières lignes prennent le lecteur comme dans un engrenage et l'entraînent invinciblement jusqu'au bout. Hauteur et largeur des

vues, vigueur de la pensée, enchaînement rigoureux du raisonnement, conviction éloquente et persuasive ; tout cela revêtu d'un langage magnifique, dans un latin qui, tout en gardant le cachet de l'antique, semble fait exprès pour le dix-neuvième siècle, belles phrases qui ne sont pas là pour elles-mêmes mais pour ce qu'elles expriment, et qu'on oublie d'admirer tant elles remplissent bien leur office.

Nous publions une traduction pour nous conformer à l'usage, mais c'est l'original que nous engageons à lire et à relire. Pour apprécier un pareil document, pour en faire son profit, il convient de le méditer.

Il n'en faut peut-être pas autant pour le défendre ; car, suivant l'usage, ses détracteurs même les plus sérieux n'en ont qu'une connaissance fort superficielle. Voici, par exemple, un petit fait parfaitement authentique, qui n'est probablement pas unique en son genre. Quinze jours après la publication de l'encyclique dans les journaux catholiques, deux professeurs de philosophie en parlaient entre eux ; l'un était un prêtre, l'autre un libre penseur déclaré. Étonné des étranges critiques de celui-ci, le premier lui demanda tout à coup : Mais avez-vous lu l'encyclique ? — Pas précisément, balbutia l'autre ; mais ce que j'en ai vu dans l'*Indépendance belge* me suffit bien pour la connaître.

Les écrivains qu'on a chargés de la décrier dans les journaux ne semblent pas beaucoup mieux renseignés que ce professeur de philosophie. Ceux même qui ont quelque idée de ce qu'était saint Thomas d'Aquin et qui ont, à cette occasion, feuilleté la *Somme théologique*, parlent de l'encyclique comme s'ils n'en avaient lu que le titre, sans le bien comprendre. Tel est le cas du journal *Le Temps*, que nous citerons de préférence parce qu'il est le plus convenable dans les formes ; les autres d'ailleurs n'ont rien ajouté à ses objections. « La parfaite inopportunité de ce document, nous dit-il, ne permettra plus qu'on fasse de l'auteur un

pape politique. Il y a du Pie IX dans le récent manifeste de Léon XIII. ... L'encyclique par laquelle le souverain pontife cherche à remettre en honneur la théologie (*sic*) de saint Thomas... a pour but d'étouffer ce qui pouvait rester de liberté dans l'enseignement religieux. ...C'est toujours le moyen âge qu'on nous propose comme idéal... Quelle apparence, nous le demandons, qu'une génération habituée à tout mettre en question, à tout serrer de près, à chercher le dernier mot de tout, quelle apparence que l'esprit moderne aiguisé, rigoureux comme il l'est devenu, comprenne ce qu'on lui veut lorsqu'on lui recommande comme le dernier mot de la sagesse et de la science un enseignement fondé sur un perpétuel *magister dixit?* Et, en général, quoi de plus bizarre que la prétention de satisfaire les besoins intellectuels du dix-neuvième siècle au moyen des écrits d'un moine du treizième? Quel rapport peut-il y avoir entre les difficultés d'un chrétien de nos jours, se débattant avec la critique historique et les sciences naturelles, et les raffinements de dialectique par lesquels saint Thomas s'efforçait de concilier les propositions contradictoires écloses sur les bancs de l'école (1) ? »

Voilà le résumé de tout ce qu'on a trouvé contre l'encyclique. A l'égard des écoles catholiques, c'est une tyrannie ; à l'égard de la société moderne, c'est un anachronisme. — Nous répondrons tout à l'heure à ces reproches, mais ce sera presque inutile, si l'on veut bien lire le document auquel on les adresse. C'est pour cette raison que nous avons voulu les rapporter d'avance. Voici maintenant l'encyclique elle-même.

(1) *Le Temps*, du jeudi 21 août 1879.

LETTRE ENCYCLIQUE

DE NOTRE TRÈS SAINT PÈRE

LE PAPE LÉON XIII

A tous les Patriarches, Primats, Archevêques et Évêques du monde catholique, en grâce et en communion avec le Siège Apostolique.

A tous nos Vénérables Frères les Patriarches, Primats, Archevêques et Évêques du monde catholique en grâce et communion avec le Siège Apostolique.

LÉON XIII, PAPE.

Vénérables Frères, Salut et bénédiction apostolique.

Le Fils unique de Dieu, descendu sur la terre pour apporter au genre humain le salut ainsi que la lumière de la divine sagesse, octroya au monde un bienfait immense et admirable quand, sur le point de remonter aux cieux, il enjoignit aux apôtres d'*aller et d'enseigner toutes les nations*[1], et qu'il laissa l'Église fondée par

SANCTISSIMI DOMINI NOSTRI

LEONIS DIVINA PROVIDENTIA PAPAE XIII

EPISTOLA ENCYCLICA

ad Patriarchas, Primates, Archiepiscopos et Episcopos universos Catholici Orbis Gratiam et Communionem cum Apostolica Sede habentes (a).

Venerabilibus Fratribus, Patriarchis, Primatibus, Archiepiscopis et Episcopis universis Catholici Orbis Gratiam et Communionem cum Apostolica Sede habentibus,

LEO PP. XIII

Venerabiles Fratres, Salutem et Apostolicam benedictionem.

Aeterni Patris Unigenitus Filius, qui in terris apparuit, ut humano generi salutem et divinae sapientiae lucem afferret, magnum plane ac mirabile mundo contulit beneficium, cum caelos iterum ascensurus, Apostolis praecepit, ut *euntes docerent omnes gentes*[1] ; Ecclesiamque a se

[1] *Matth.* XXVIII, 19.

(a) Nous avons conservé scrupuleusement l'orthographe romaine de ce document.

lui, pour commune et suprême maîtresse de tous les peuples. Car les hommes que la vérité avait délivrés, la vérité seule pouvait les garder : et les fruits des célestes doctrines, fruits de vie et de salut pour l'homme, n'eussent point été durables, si le Seigneur n'avait constitué, pour instruire les esprits dans la foi, un magistère perpétuel. Soutenue par les promesses, appuyée sur la charité de son divin Auteur, l'Église accomplit fidèlement l'ordre reçu, ne perdant jamais de vue, poursuivant de toute son énergie un même but : enseigner la religion, combattre sans relâche l'erreur. C'est là que tendent les labeurs et les veilles de l'épiscopat tout entier ; c'est à ce but qu'aboutissent les lois et les décrets des conciles, c'est beaucoup plus encore l'objet de la sollicitude des Pontifes romains; lesquels, successeurs du bienheureux Pierre, le prince des apôtres, ont hérité, en même temps que de sa primauté, du droit et de l'office d'enseigner, et de confirmer dans la foi leurs frères. Or, ainsi que l'Apôtre nous en avertit, c'est *par la philosophie et les vaines subtilités* [2] que l'esprit des fidèles du Christ se laisse le plus souvent tromper, et que la pureté de la foi se corrompt parmi les hommes. Voilà pourquoi les pasteurs suprêmes de l'Église ont toujours cru que si leur office ne les dispensait pas de pousser de toutes leurs forces au progrès des sciences véritables, il les obligeait en même temps

conditam communem et supremam populorum magistram reliquit. Homines enim, quos veritas liberaverat, veritate erant conservandi : neque diu permansissent caelestium doctrinarum fructus, per quos est homini parta salus, nisi Christus Dominus erudiendis ad fidem mentibus perenne magisterium constituisset. Ecclesia vero divini Auctoris sui cum erecta promissis, tum imitata caritatem, sic iussa perfecit, ut hoc semper spectarit, hoc maxime voluerit, de religione praecipere et cum erroribus perpetuo dimicare. Huc sane pertinent singulorum Episcoporum vigilati labores; huc Conciliorum perlatae leges ac decreta, et maxime Romanorum Pontificum sollicitudo quotidiana, penes quos, beati Petri Apostolorum Principis in primatu successores, et ius et officium est docendi et confirmandi fratres in fide. Quoniam vero, Apostolo monente, *per philosophiam et inanem fallaciam* [2], Christifidelium mentes decipi solent, et fidei sinceritas in hominibus corrumpi, idcirco supremi Ecclesiae Pastores muneris sui perpetuo esse duxerunt etiam veri nomi-

[2] *Coloss.* II, 8.

de pourvoir avec une singulière vigilance à ce que l'enseignement de toutes les sciences humaines fût donné partout selon les règles de la foi catholique, mais surtout celui de la *philosophie*, de laquelle dépend en grande partie la bonne direction des autres sciences. Nous-même avons déjà touché ce point, entre plusieurs autres, Vénérables Frères, dans la première lettre encyclique que Nous vous avons adressée : mais aujourd'hui l'importance du sujet et la gravité des circonstances Nous engagent à traiter de nouveau avec vous de la marche à suivre dans l'enseignement philosophique, pour qu'il respecte en même temps et les intérêts de la foi et la dignité des sciences humaines.

Si l'on fait attention aux conditions critiques du temps où nous vivons, si l'on embrasse par la pensée l'état des choses tant publiques que privées, on découvrira sans peine que la cause des maux qui nous oppriment, comme de ceux qui nous menacent, consiste en ceci, que des opinions erronées sur toutes choses divines et humaines, sorties des anciennes écoles des philosophes, se sont peu à peu glissées dans tous les rangs de la société, et sont arrivées à se faire accepter d'un grand nombre d'esprits. Comme en effet il est naturel à l'homme de prendre pour guide de ses actes sa propre raison, il arrive que les défaillances de l'esprit entraînent facilement celles de la volonté ; et c'est ainsi que la fausseté des opinions, lesquelles ont leur siège dans l'intelligence, influe sur les actions humaines en les dépravant. Au contraire, si l'intelligence est saine et fermement

nis scientiam totis viribus provehere, simulque singulari vigilantia providere, ut ad fidei catholicae normam ubique traderentur humanae disciplinae omnes, praesertim vero *philosophia*, a qua nimirum magna ex parte pendet ceterarum scientiarum recta ratio. Id ipsum et nos inter cetera breviter monuimus, Venerabiles Fratres, cum primum Vos omnes per Litteras Encyclicas allocuti sumus; sed modo rei gravitate, et temporum conditione compellimur rursus Vobiscum agere de ineunda philosophicorum studiorum ratione, quae et bono fidei apte respondeat, et ipsi humanarum scientiarum dignitati sit consentanea.

Si quis in acerbitatem nostrorum temporum animum intendat, earumque rerum rationem, quae publice et privatim geruntur, cogitatione complectatur, is profecto comperiet, fecundam malorum causam, cum eorum quae premunt, tum eorum quae pertimescimus, in eo consistere, quod prava de divinis humanisque rebus scita, e scholis philo-

appuyée sur des principes solides et vrais, elle sera la source de nombreux avantages tant pour l'intérêt public que pour les intérêts privés. Non pas certes que nous accordions à la philosophie humaine tant de force et d'autorité, que nous la jugions capable par elle seule de repousser ou de détruire absolument toutes les erreurs. De même en effet que, lors du premier établissement de la religion chrétienne, ce fut l'admirable lumière de la foi répandue *non par les paroles persuasives de l'humaine sagesse, mais par la manifestation de l'esprit et de la force*[3], qui reconstitua le monde dans sa dignité première : de même, dans les temps présents, c'est avant tout de la vertu toute-puissante et du secours de Dieu que nous devons attendre le réveil des esprits, arrachés enfin aux ténèbres de l'erreur. Mais nous ne devons ni mépriser ni négliger les secours naturels mis à la portée des hommes par un bienfait de la divine sagesse, laquelle dispose tout avec force et suavité ; et de tous ces secours, le plus puissant sans contredit est l'usage bien réglé de la philosophie. Ce n'est pas vainement que Dieu a fait luire dans l'esprit humain la lumière de la raison ; et tant s'en faut que la lumière surajoutée

sophorum iampridem profecta, in omnes civitatis ordines irrepserint, communi plurimorum suffragio recepta. Cum enim insitum homini natura sit, ut in agendo rationem ducem sequatur, si quid intelligentia peccat, in id et voluntas facile labitur : atque ita contingit, ut pravitas opinionum, quarum est in intelligentia sedes, in humanas actiones influat, easque pervertat. Ex adverso, si sana mens hominum fuerit, et solidis verisque principiis firmiter insistat, tum vero in publicum privatumque commodum plurima beneficia progignet. — Equidem non tantam humanae philosophiae vim et auctoritatem tribuimus, ut cunctis omnino erroribus propulsandis, vel evellendis parem esse iudicemus : sicut enim, cum primum est religio christiana constituta, per admirabile fidei lumen *non persuasibilibus humanae sapientiae verbis* diffusum, *sed in ostensione spiritus et virtutis* [3], orbi terrarum contigit ut primaevae dignitati restitueretur ; ita etiam in praesens ab omnipotenti potissimum virtute et auxilio Dei expectandum est, ut mortalium mentes, sublatis errorum tenebris, resipiscant. Sed neque spernenda, neu posthabenda sunt naturalia adiumenta, quae divinae sapientiae beneficio, fortiter suaviterque omnia disponentis, hominum generi suppetunt ; qui-

[3] I *Cor.* II, 4.

de la foi éteigne ou amortisse la vigueur de l'intelligence, qu'au contraire elle la perfectionne et, en l'augmentant, l'élève à un plus sublime objet. — Il est donc tout à fait dans l'ordre de la divine Providence que, pour rappeler les peuples à la foi et au salut, on recherche aussi le concours de la science humaine : procédé sage et louable, dont les Pères de l'Église les plus illustres ont fait un usage fréquent, ainsi que l'attestent les monuments de l'antiquité. Ces mêmes Pères, en effet, assignèrent communément à la raison un rôle non moins actif qu'important, que saint Augustin résume tout entier en quelques mots lorsqu'il *attribue à la science humaine ce par quoi la foi salutaire est engendrée, nourrie, défendue, fortifiée* [4].

Et tout d'abord, la philosophie, entendue dans son vrai sens, a la vertu d'aplanir et de raffermir en quelque sorte le chemin qui mène à la foi véritable, en disposant convenablement l'esprit de ses disciples à accepter la révélation : c'est pourquoi les anciens, non sans raison, l'appelaient tantôt une *institution préparatoire à la foi chrétienne* [5], tantôt *le prélude et l'auxiliaire du christianisme* [6], tantôt *le préparateur à la doctrine de l'Évangile* [7].

bus in adiumentis rectum philosophiae usum constat esse praecipuum. Non enim frustra rationis lumen humanae menti Deus inseruit ; et tantum abest, ut superaddita fidei lux intelligentiae virtutem extinguat aut imminuat, ut potius perficiat, auctisque viribus, habilem ad maiora reddat. — Igitur postulat ipsius divinae Providentiae ratio, ut in revocandis ad fidem et ad salutem populis etiam ab humana scientia praesidium quaeratur : quam industriam, probabilem ac sapientem, in more positam fuisse praeclarissimorum Ecclesiae Patrum antiquitatis monumenta testantur. Illi scilicet neque paucas, neque tenues rationi partes dare consueverunt, quas omnes perbreviter complexus est magnus Augustinus, *huic scientiae tribuens... illud quo fides saluberrima .. gignitur, nutritur, defenditur, roboratur* [4].

Ac primo quidem philosophia, si rite a sapientibus usurpetur, iter ad veram fidem quodammodo sternere et munire valet, suorumque alumnorum animos ad revelationem suscipiendam convenienter praeparare : quamobrem a veteribus modo *praevia ad christianam fidem institutio* [5], modo *christianismi praeludium et auxilium* [6], modo *ad Evangelium paedagogus* [7] non immerito appellata est.

[4] *De Trin*, lib. XIV, c. 1. — [5] Clem. Alex., *Strom.*, lib. I, c. 16 ; l. VII, c. [illegible]. — [6] Orig. *ad Greg. Thaum.* — [7] Clem. Alex, *Strom.*, I, c. 5.

Et, en effet, dans l'ordre des choses divines, Dieu qui est si bon nous a manifesté par la lumière de la foi, non seulement ces vérités que l'intelligence humaine ne peut atteindre par elle-même, mais encore beaucoup d'autres qui ne surpassent pas absolument la raison, mais qui, sanctionnées ainsi par l'autorité divine, deviennent accessibles à tous sans aucun mélange d'erreur. De là vient que les philosophes païens eux-mêmes, au seul flambeau de la raison naturelle, ont connu, démontré et soutenu certaines vérités proposées d'ailleurs à notre croyance par l'enseignement divin ou qui se rattachent par des liens étroits à la doctrine surnaturelle. *Car les choses invisibles de Dieu*, comme dit l'Apôtre, *à partir de la création du monde, comprises par le moyen des choses créées, se perçoivent, même son éternelle puissance et sa divinité* [8]; *et les nations qui n'ont pas la loi... montrent* néanmoins *l'œuvre de la loi écrite dans leurs cœurs* [9]. Ces vérités que les philosophes païens eux-mêmes ont connues, il est de toute opportunité de les faire tourner à l'avantage et à l'utilité de la doctrine révélée, afin de faire voir avec évidence comment l'humaine sagesse, elle aussi, comment le témoignage même de nos adversaires dépose en faveur de la foi chrétienne. Il est constant que cette tactique n'est point d'introduction récente, mais est fort ancienne et d'un fréquent usage chez les Pères de l'Église.

Et sane benignissimus Deus, in eo quod pertinet ad res divinas, non eas tantum veritates lumine fidei patefecit, quibus attingendis impar humana intelligentia est, sed nonnullas etiam manifestavit, rationi non omnino impervias, ut scilicet, accedente Dei auctoritate, statim et sine aliqua erroris admixtione omnibus innotescerent. Ex quo factum est, ut quaedam vera, quae vel divinitus ad credendum proponuntur, vel cum doctrina fidei arctis quibusdam vinculis colligantur, ipsi ethnicorum sapientes, naturali tantum ratione praelucente, cognoverint, aptisque argumentis demonstraverint ac vindicaverint. *Invisibilia enim ipsius*, ut Apostolus inquit, *a creatura mundi per ea , quae facta sunt, intellecta conspiciuntur, sempiterna quoque eius virtus et divinitas* [8]; et *gentes quae legem non habent... ostendunt* nihilominus *opus legis scriptum in cordibus suis* [9]. Haec autem vera, vel ipsis ethnicorum sapientibus explorata, vehementer est opportunum in revelatae doctrinae commodum utilitatemque convertere, ut reipsa ostendatur, humanam quoque sapientiam,

[8] *Rom.*, I, 20. — [9] *Ib.*, II, 14-15.

Bien plus, ces vénérables témoins et gardiens des traditions religieuses ont vu comme un modèle, presque comme une figure de ce procédé, dans ce fait des Hébreux, qui, près de sortir de l'Égypte, reçurent l'ordre d'emporter avec eux les vases d'or et d'argent et les riches vêtements des Égyptiens, afin que ces dépouilles, qui avaient servi jusque-là à des rites ignominieux et à de vaines superstitions, fussent, par un changement immédiat, consacrées à la religion du vrai Dieu. Saint Grégoire de Néocésarée [10] fait un titre de gloire à Origène de ce que, s'emparant d'idées ingénieusement choisies parmi celles des païens, comme de traits arrachés à l'ennemi, il les avait retournées avec une singulière adresse à la défense de la sagesse chrétienne et à la ruine de la superstition. Grégoire de Nazianze [11] et Grégoire de Nysse [12] louent et approuvent cette méthode de discussion dans saint Basile le Grand ; saint Jérôme la célèbre dans Quadratus, disciple des apôtres, dans Aristide, dans Justin, dans Irénée et dans un grand nombre d'autres [13]. « Ne voyons-nous pas, dit saint Augustin, avec quelle charge d'or, d'argent et de vêtements précieux sortit de l'Égypte Cyprien, docteur suave et bien-

atque ipsum adversariorum testimonium fidei christianae suffragari. Quam agendi rationem, non recens introductam sed veterem esse constat, et sanctis Ecclesiae Patribus saepe usitatam Quin etiam venerabiles isti religiosarum traditionum testes et custodes formam quamdam eius rei et prope figuram agnoscunt in Hebraeorum facto, qui Aegypto excessuri, deferre secum iussi sunt argentea atque aurea Aegyptiorum vasa cum vestibus pretiosis, ut scilicet, mutato repente usu, religioni veri Numinis ea supellex dedicaretur, quae prius ignominiosis ritibus et superstitioni inservierat. Gregorius Neocaesariensis [10] laudat Origenem hoc nomine, quod plura ex ethnicorum placitis ingeniose decerpta, quasi erepta hostibus tela, in patrocinium christianae sapientiae et perniciem superstitionis singulari dexteritate retorserit. Et parem disputandi morem cum Gregorius Nazianzenus [11], tum Gregorius Nyssenus [12] in Basilio Magno et laudant et probant ; Hieronymus vero magnopere commendat in Quadrato Apostolorum discipulo, in Aristide, in Iustino, in Irenaeo, aliisque permultis [13]. Augustinus autem, *Nonne aspicimus*, inquit, *quanto auro et argento et veste suffarcinatus exierit de Aegypto*

[10] *Orat. paneg. ad Origen.* — [11] *Vit. Moys.* — [12] Carm. I, Iamb. 8. — [13] *Epist. ad Magn.*

heureux martyr ? et Lactance, et Victorin, et Optat, et Hilaire? et, pour taire les vivants, ces Grecs innombrables [14]? » Or, si avant d'être fécondée par la vertu du Christ, la raison naturelle a pu produire une si riche moisson, elle en produira certes une bien plus abondante, à présent que la grâce du Sauveur a restauré et augmenté les facultés natives de l'esprit humain. — Et qui ne voit le chemin commode et facile que ce procédé ouvre vers la foi ?

Toutefois, l'utilité de ce même procédé philosophique ne s'arrête pas à ces limites. Et, de fait, les oracles de la divine sagesse adressent de graves reproches à la folie de ces hommes qui *par les biens visibles n'ont pu comprendre Celui qui est ; et, regardant les œuvres, n'ont pu reconnaître l'ouvrier* [15]. Ainsi un premier fruit de la raison humaine, fruit grand et précieux entre tous, c'est la démonstration qu'elle nous donne de l'existence de Dieu : *car par la magnificence et la beauté de la créature, le Créateur de ces choses pourra être vu d'une manière intelligible* [16]. — La raison nous montre ensuite l'excellence singulière de toutes les perfections réunies en Dieu, principalement de sa sagesse infinie, à qui rien ne peut échapper, et de sa souveraine justice qu'aucune affection dépravée ne peut vaincre ; elle nous fait comprendre ainsi que Dieu non seulement est véridique, mais qu'il est la vérité

Cyprianus, doctor suavissimus et martyr beatissimus? quanto Lactantius? quanto Victorinus, Optatus, Hilarius? ut de vivis taceam, quanto innumerabiles Graeci [14] ? Quod si vero naturalis ratio opimam hanc doctrinae segetem prius fudit, quam Christi virtute fecundaretur, multo uberiorem certe progignet, posteaquam Salvatoris gratia nativas humanae mentis facultates instauravit et auxit. — Ecquis autem non videat, iter planum et facile per huiusmodi philosophandi genus ad fidem aperiri?

Non his tamen limitibus utilitas circumscribitur, quae ex illo philosophandi instituto dimanat. Et revera divinae sapientiae eloquiis graviter reprehenditur eorum hominum stultitia, qui *de his quae videntur bona, non potuerunt intelligere Eum qui est ; neque, operibus attendentes, agnoverunt quis esset artifex* [15]. Igitur primo loco magnus hic et praeclarus ex humana ratione fructus capitur, quod illa Deum esse demonstret : *a magnitudine enim speciei et creaturae cognoscibiliter poterit Creator horum videri* [16]. — Deinde Deum ostendit omnium perfectionum

[14] *De doctr. christ*, l. II, c. 40. — [15] *Sap.* XIII, 1. — [16] *Sap.* XIII, 5.

même, ne pouvant ni se tromper ni tromper. D'où il ressort en toute évidence que la raison humaine doit à la parole de Dieu la foi la plus entière, la soumission la plus absolue. Semblablement la raison nous déclare que, dès son origine, la doctrine évangélique fut confirmée par des miracles, arguments certains d'une vérité certaine, et que, pour cette raison, ceux qui ajoutent foi à l'Évangile, ne le font point témérairement comme s'ils s'attachaient à des fables spécieuses [17], mais soumettent leur intelligence et leur jugement à l'autorité divine par une obéissance entièrement conforme à la raison. Enfin, ce qui n'est pas moins précieux, la raison met en évidence comment l'Église instituée par Jésus-Christ (ainsi que l'établit le Concile du Vatican) « dans son admirable propagation, dans son éminente sainteté et la fécondité intarissable qu'elle déploie en tous lieux, dans l'unité catholique comme dans son inébranlable stabilité, nous offre un sûr et perpétuel motif de crédibilité et un témoignage irréfragable de la divinité de sa mission [18]. »

Ces bases solidement assises, la philosophie ne cesse pas encore d'être d'un fréquent usage : c'est d'elle et avec son aide que la théologie sacrée doit recevoir et revêtir la nature, la forme et le caractère d'une vraie science. Il est en effet de toute

cumulo singulariter excellere, infinita in primis sapientia, quam nulla usquam res latere, et summa iustitia, quam pravus nunquam vincere possit affectus, ideoque Deum non solum veracem esse, sed ipsam etiam veritatem falli et fallere nesciam. Ex quo consequi perspicuum est, ut humana ratio plenissimam verbo Dei fidem atque auctoritatem conciliet. — Simili modo ratio declarat, evangelicam doctrinam mirabilibus quibusdam signis, tamquam certis certae veritatis argumentis, vel ab ipsa origine emicuisse : atque ideo omnes, qui Evangelio fidem adiungunt, non temere adiungere, tamquam doctas fabulas secutos [17], sed rationabili prorsus obsequio intelligentiam et iudicium suum divinae subiicere auctoritati. Illud autem non minoris pretii esse intelligitur, quod ratio in perspicuo ponat, Ecclesiam a Christo institutam (ut statuit Vaticana Synodus) *ob suam admirabilem propagationem, eximiam sanctitatem et inexhaustam in omnibus locis fecunditatem, ob catholicam unitatem, invictamque stabilitatem, magnum quoddam et perpetuum esse motivum credibilitatis, et divinae suae legationis testimonium irrefragabile* [18].

[17] II *Petr.* I, 16. — [18] *Const. dogm. de Fid. Cath.*, cap. III.

nécessité que, dans cette dernière science, la plus noble de toutes, les parties nombreuses et variées des célestes doctrines soient rassemblées comme en un seul corps, de manière que, disposées avec ordre chacune en son lieu, et déduites des principes qui leur sont propres, elles se trouvent fortement reliées entre elles; il faut enfin que toutes ces parties diverses et chacune en particulier soient confirmées par des preuves appropriées et inébranlables. On ne peut non plus omettre ou négliger cette connaissance plus approfondie et plus féconde de l'objet de nos croyances, et cette intelligence plus nette, autant qu'il se peut faire, des mystères eux-mêmes de la foi, après que saint Augustin et les autres Pères en ont fait le sujet de leurs éloges et l'objet de leur application, et que le Concile du Vatican [19], à son tour, la déclare on ne peut plus fructueuse. Cette connaissance et cette intelligence, ceux-là sans aucun doute les acquièrent plus pleinement et plus facilement, qui, à l'intégrité des mœurs et au zèle de la foi, joignent un esprit fécondé par la culture des sciences philosophiques; et c'est en effet ce que confirme le même Concile du Vatican, lorsqu'il enseigne que cette connaissance doit se puiser, « tant dans l'analogie qu'ont avec celles de la foi les choses qui nous sont connues naturellement,

Solidissimis ita positis fundamentis, perpetuus et multiplex adhuc requiritur philosophiae usus, ut sacra Theologia naturam, habitum, ingeniumque verae scientiae suscipiat atque induat. In hac enim nobilissima disciplinarum magnopere necesse est, ut multae ac diversae caelestium doctrinarum partes in unum veluti corpus colligantur, ut suis quaeque locis convenienter dispositae, et ex propriis principiis derivatae apto inter se nexu cohaereant; demum ut omnes et singulae suis iisque invictis argumentis confirmentur. — Nec silentio praetereunda, aut minimi facienda est accuratior illa atque uberior rerum, quae creduntur, cognitio, et ipsorum fidei mysteriorum, quoad fieri potest, aliquanto lucidior intelligentia, quam Augustinus aliique Patres et laudarunt et assequi studuerunt, quamque ipsa Vaticana Synodus [19] fructuosissimam esse decrevit. Eam siquidem cognitionem et intelligentiam plenius et facilius certe illi consecuntur, qui cum integritate vitae fideique studio ingenium coniungunt philosophicis disciplinis expolitum, praesertim cum eadem Synodus Vaticana doceat, eiusmodi sacrorum dogmatum intelli-

[19] *Const. cit.*, cap. IV.

que dans le nœud qui relie les mystères entre eux et avec la fin dernière de l'homme [20]. »

Il appartient enfin aux sciences philosophiques de soutenir religieusement les vérités divinement révélées, et de résister à l'audace de ceux qui les attaquent. C'est là, certes, un beau titre d'honneur pour la philosophie, que d'être le boulevard de la foi, et comme le ferme rempart de la religion. « Il est vrai, comme le témoigne Clément d'Alexandrie, que, le Sauveur étant la force et la sagesse de Dieu, sa doctrine est parfaite par elle-même et n'a besoin du secours de personne. La philosophie grecque, par son concours, n'ajoute rien à la puissance de la vérité; mais comme elle montre la faiblesse des arguments opposés à la vérité par les sophistes, et qu'elle dissipe les embûches tendues à celle-ci, c'est à bon droit qu'on l'a nommée la haie et la palissade dont la vigne est munie [21]. » Si les ennemis du nom catholique, dans leurs luttes contre la religion, empruntent le plus souvent à la philosophie les armes dont ils se servent, c'est également à la philosophie que les défenseurs des sciences divines demandent souvent les moyens de venger les dogmes révélés. Et ce n'est pas un mince triomphe pour la foi chrétienne, que les armes

gentiam *tum ex eorum, quae naturaliter cognoscuntur, analogia; tum e mysteriorum ipsorum nexu inter se et cum fine hominis ultimo* peti oportere [20].

Postremo hoc quoque ad disciplinas philosophicas pertinet, veritates divinitus traditas religiose tueri, et iis qui oppugnare audeant resistere. Quam ad rem, magna est philosophiae laus, quod fidei propugnaculum ac veluti firmum religionis munimentum habeatur. *Est quidem*, sicut Clemens Alexandrinus testatur, *per se perfecta et nullius indiga Servatoris doctrina, cum sit Dei virtus et sapientia. Accedens autem graeca philosophia veritatem non facit potentiorem; sed cum debiles efficiat sophistarum adversus eam argumentationes, et propulset dolosas adversus veritatem insidias, dicta est vineae apta sepes et vallus* [21]. Profecto sicut inimici catholici nominis, adversus religionem pugnaturi, bellicos apparatus plerumque a philosophica ratione mutuantur, ita divinarum scientiarum defensores plura e philosophiae penu depromunt, quibus revelata dogmata valeant propugnare. Neque mediocriter in eo triumphare fides

[20] *Ibid.* — [21] *Strom.*, lib. I, c. XX.

empruntées contre elle aux artifices de la raison humaine, la raison humaine les détourne avec autant de vigueur que de dextérité. Saint Jérôme écrivant à Magnus rappelle que ce genre de combat fut familier à l'apôtre des nations : « Ce général de l'armée chrétienne, Paul, l'orateur invincible, défendant la cause du Christ, retourne avec art en faveur de la foi une inscription rencontrée par hasard : car il avait appris du vrai David à arracher le glaive aux mains de l'ennemi, et à se servir du propre fer de l'orgueilleux Philistin pour lui trancher la tête [22]. » L'Église elle-même, non seulement conseille, mais ordonne aux docteurs chrétiens d'appeler à leur aide la philosophie. Le cinquième concile de Latran, après avoir établi que « toute assertion contraire à la vérité de la foi surnaturelle est absolument fausse, attendu que le vrai ne peut contredire le vrai [23], » enjoint aux maîtres en philosophie de s'appliquer avec soin à la solution des arguments captieux ; car, selon le mot de saint Augustin, « toute raison, quelque spécieuse fût-elle, apportée contre l'autorité des divines Écritures, ne peut que tromper par l'apparence du vrai ; car, pour vraie, elle ne peut l'être [24]. »

christiana censenda est, quod adversariorum arma, humanae rationis artibus ad nocendum comparata, humana ipsa ratio potenter expediteque repellat. Quam speciem religiosi certaminis ab ipso gentium Apostolo usurpatam commemorat S. Hieronymus scribens ad Magnum : *Ductor christiani exercitus Paulus et orator invictus, pro Christo causam agens, etiam inscriptionem fortuitam arte torquet in argumentum fidei : didicerat enim a vero David extorquere de manibus hostium gladium, et Goliath superbissimi caput proprio mucrone truncare* [22]. Atque ipsa Ecclesia istud a philosophia praesidium christianos doctores petere non tantum suadet, sed etiam iubet. Etenim Concilium Lateranense V posteaquam constituit, *omnem assertionem veritati illuminatae fidei contrariam omnino falsam esse, eo quod verum vero minime contradicat* [23], philosophiae doctoribus praecipit, ut in dolosis argumentis dissolvendis studiose versentur ; siquidem, ut Augustinus testatur, *si ratio contra divinarum Scripturarum auctoritatem redditur, quamlibet acuta sit, fallit veri similitudine ; nam vera esse non potest* [24].

[22] *Epist. ad Magn.* — [23] Bulla *Apostolici regiminis*. — [24] *Epist.* 143 (al. 7) *ad Marcellin.* n. 7.

Mais pour que la philosophie se trouve en état de porter les fruits précieux que Nous venons de rappeler, il faut à tout prix que jamais elle ne s'écarte de la ligne tracée dans l'antiquité par le vénérable cortège des saints Pères, et que naguère le Concile du Vatican sanctionnait solennellement de son autorité. Ainsi donc, au sujet de ces nombreuses vérités de l'ordre surnaturel, lesquelles évidemment surpassent de beaucoup les forces de toute intelligence créée, que la raison humaine, dans la conscience de son infirmité, se garde de prétendre plus qu'elle ne peut, et ne s'avise, ou de nier ces mêmes vérités, ou de les mesurer à ses propres forces, ou de les interpréter selon son caprice ; mais que plutôt elle les reçoive d'une foi humble et sincère, et se tienne souverainement honorée d'être admise à remplir auprès des célestes doctrines les fonctions de servante fidèle et soumise, et, par un bienfait de Dieu, de pouvoir en quelque façon les approcher. — Au contraire, s'il s'agit de ces points de doctrine que l'intelligence humaine peut saisir par ses forces naturelles, il est juste, sur ces matières, de laisser à la philosophie sa méthode, ses principes et ses arguments, pourvu, toutefois, qu'elle n'ait jamais l'audace de se soustraire à l'autorité divine. Bien plus, ce que la révélation nous enseigne étant certainement vrai, et ce qui est contraire à la foi étant également contraire à la

Verum ut pretiosis hisce, quos memoravimus, afferendis fructibus par philosophia inveniatur, omnino oportet, ut ab eo tramite nunquam deflectat, quem et veneranda Patrum antiquitas ingressa est, et Vaticana Synodus solemni auctoritatis suffragio comprobavit. Scilicet cum plane compertum sit, plurimas ex ordine supernaturali veritates esse accipiendas, quae cuiuslibet ingenii longe vincunt acumen, ratio humana, propriae infirmitatis conscia, maiora se affectare ne audeat, neque easdem veritates negare, neve propria virtute metiri, neu pro lubitu interpretari ; sed eas potius plena atque humili fide suscipiat, et summi honoris loco habeat, quod sibi liceat, in morem ancillae et pedissequae, famulari caelestibus doctrinis, easque aliqua ratione, Dei beneficio, attingere. —In iis autem doctrinarum capitibus, quae percipere humana intelligentia naturaliter potest, aequum plane est, sua methodo, suisque principiis et argumentis uti philosophiam : non ita tamen, ut auctoritati divinae sese audacter subtrahere videatur. Imo, cum constet, ea quae revelatione innotescunt, certa veritate pollere, et quae fidei adversantur pariter cum recta ratione pugnare, noverit philosophus catholicus se

raison, le philosophe catholique doit savoir qu'il violerait les droits de la raison aussi bien que ceux de la foi, s'il admettait une conclusion qu'il sût être contraire à la doctrine révélée.

Il en est, Nous le savons, qui, exagérant les forces de la nature humaine, prétendent que, par sa soumission à la divine autorité, l'intelligence de l'homme déchoit de sa dignité native, et, courbée sous le joug d'une sorte d'esclavage, se trouve notablement appesantie et retardée dans la marche qui devait l'emmener au faîte de la vérité et de sa propre excellence. — Mais ces assertions sont pleines d'erreur et de fausseté; leur but dernier est de porter les hommes au comble de la sottise en même temps que de l'ingratitude, en leur faisant répudier de plus sublimes vérités, et repousser d'eux-mêmes le divin bienfait de la foi, qui fut la source de tous les biens même pour la société civile. En effet, l'esprit humain, circonscrit dans des limites déterminées et assez étroites, est exposé à de nombreuses erreurs et à l'ignorance de bien des choses. Au contraire, la foi chrétienne, appuyée qu'elle est sur l'autorité de Dieu même, est une maîtresse très sûre de la vérité : qui la suit échappe aux pièges de l'erreur et se soustrait à l'agitation des opinions incertaines. Ce sont d'excellents philosophes, ceux qui unissent à l'étude de la philosophie l'obéissance à la foi chrétienne, car la splendeur des vérités divines vient en aide à l'intelligence qu'elle pénètre, et loin de la faire déchoir, en accroît considérablement la noblesse, la pénétration

fidei simul et rationis iura violaturum, si conclusionem aliquam amplectatur, quam revelatae doctrinae repugnare intellexerit.

Novimus profecto non deesse, qui facultates humanae naturae plus nimio extollentes, contendunt, hominis intelligentiam, ubi semel divinae auctoritati subiiciatur, e nativa dignitate excidere, et quodam quasi servitutis iugo demissam plurimum retardari atque impediri, quominus ad veritatis excellentiaeque fastigium progrediatur. — Sed haec plena erroris et fallaciae sunt; eoque tandem spectant, ut homines, summa cum stultitia, nec sine crimine ingrati animi, sublimiores veritates repudient, et divinum beneficium fidei, ex qua omnium bonorum fontes etiam in civilem societatem fluxere, sponte reiiciant. Etenim cum humana mens, certis finibus, iisque satis angustis, conclusa teneatur, pluribus erroribus, et multarum rerum ignorationi est obnoxia. Contra fides christiana, cum Dei auctoritate nitatur, certissima est veritatis magistra; quam qui sequitur, neque errorum laqueis irretitur, neque

et la puissance. - Ces philosophes, dont nous parlons, en s'appliquant à réfuter les opinions contraires à la foi, et à prouver celles qui lui sont conformes, excercent leur raison d'une façon digne et des plus utiles ; en effet, pour réfuter les premières, ils découvrent les causes de l'erreur, et reconnaissent le défaut des arguments sur lesquels ces opinions s'appuient ; pour les autres, ils se pénètrent des raisons qui en donnent une preuve solide et sont des motifs efficaces de persuasion. Cet art, cet exercice augmente nécessairement les ressources de l'esprit et en développe les facultés ; qui le nierait, prétendrait, ce qui est absurde, que discerner le vrai du faux ne sert de rien pour le développement de l'intelligence. C'est donc justement que le Concile du Vatican célèbre en ces termes les avantages que la foi procure à la raison : « La foi délivre de l'erreur, et prémunit contre elle la raison, en même temps qu'elle la dote de connaissances variées [25]. » Par conséquent, l'homme, s'il est sage, ne doit point accuser la foi d'être l'ennemie de la raison et des vérités naturelles ; mais il doit plutôt rendre à Dieu de dignes actions de grâces, et se féliciter grandement de ce que, parmi tant de causes

incertarum opinionum fluctibus agitatur. Quapropter qui philosophiae studium cum obsequio fidei christianae coniungunt, ii optime philosophantur : quandoquidem divinarum veritatum splendor, animo exceptus, ipsam iuvat intelligentiam ; cui non modo nihil de dignitate detrahit, sed nobilitatis, acuminis, firmitatis plurimum addit. — Cum vero ingenii aciem intendunt in refellendis sententiis, quae fidei repugnant, et in probandis, quae cum fide cohaerent, digne ac perutiliter rationem exercent : in illis enim prioribus, causas erroris deprehendunt, et argumentorum, quibus ipsae fulciuntur, vitium dignoscunt : in his autem posterioribus, rationum momentis potiuntur, quibus solide demonstrentur et cuilibet prudenti persuadeantur. Hac vero industria et exercitatione augeri mentis opes et explicari facultates qui neget, ille veri falsique discrimen nihil conducere ad profectum ingenii, absurde contendat necesse est. Merito igitur Vaticana Synodus praeclara beneficia, quae per fidem rationi praestantur, his verbis commemorat : *Fides rationem ab erroribus liberat ac tuetur, eamque multiplici cognitione instruit* [25]. Atque idcirco homini, si saperet, non culpanda fides, veluti rationi et naturalibus veritatibus inimica, sed dignae potius Deo grates

[25] *Const. dogm. de Fid. Cath.*, cap. IV.

d'ignorance, et au milieu de cet océan d'erreurs, la foi sainte luise à ses yeux, et, comme un phare bienfaisant, lui indique sûrement à travers les écueils le port de la vérité.

Si maintenant, vénérables frères, vous parcourez l'histoire de la philosophie, vous y trouverez pleinement réalisé tout ce que Nous venons de dire. Et certes, entre les philosophes anciens, qui n'eurent pas le bienfait de la foi, ceux mêmes qui passaient pour les plus sages s'abandonnèrent à des erreurs grossières. Vous n'ignorez pas combien, parmi un certain nombre de vérités, ils enseignèrent de propositions fausses et absurdes, combien d'autres inexactes et douteuses sur la nature de la divinité, l'origine des choses, le gouvernement du monde, la connaissance que Dieu a de l'avenir, la cause et le principe des maux, la fin dernière de l'homme et l'éternelle félicité, les vertus et les vices, et d'autres points de doctrine, dont la connaissance vraie et certaine est on ne peut plus nécessaire au genre humain. — Tout au contraire, les Pères et les docteurs de l'Église comprirent parfaitement que, dans les desseins de la volonté divine, le restaurateur de la science humaine elle-même était le Christ, qui est la force et la sagesse de Dieu [26], et *en qui sont cachés tous les trésors de sagesse et de*

essent habendae, vehementerque laetandum, quod, inter multas ignorantiae causas et in mediis errorum fluctibus, sibi fides sanctissima illuxerit, quae, quasi sidus amicum, citra omnem errandi formidinem portum veritatis commonstrat.

Quod si, Venerabiles Fratres, ad historiam philosophiae respiciatis, cuncta, quae paulo ante diximus, re ipsa comprobari intelligetis. Et sane philosophorum veterum, qui fidei beneficio caruerunt, etiam qui habebantur sapientissimi, in pluribus deterrime errarunt. Nostis enim, inter nonnulla vera, quam saepe falsa et absona, quam multa incerta et dubia tradiderint de vera divinitatis ratione, de prima rerum origine, de mundi gubernatione, de divina futurorum cognitione, de malorum causa et principio, de ultimo fine hominis, aeternaque beatitudine, de virtutibus et vitiis, aliisque doctrinis, quarum vera certaque notitia nihil magis est hominum generi necessarium. — Contra vero primi Ecclesiae Patres et Doctores, qui satis intellexerant, ex divinae voluntatis consilio, restitutorem humanae etiam scientiae esse Christum, qui Dei virtus est Deique sapientia [26], et *in quo sunt omnes thesauri sapientiae et*

[26] I *Cor.* I, 24.

science [27]. C'est avec cette conviction qu'ils entreprirent de dépouiller les livres des vieux philosophes, et de comparer leurs enseignements à ceux de la révélation ; ensuite, par un choix intelligent, ils embrassèrent celles de leurs doctrines où la justesse de l'expression répondait à la sagesse de la pensée, et, quant au reste, rejetèrent ce qu'ils ne pouvaient corriger. Car, de même que Dieu, dans sa providence, suscita pour la défense de l'Église contre la cruauté des tyrans des martyrs héroïques et prodigues de leur vie, ainsi aux sophistes et aux hérétiques il opposa des hommes doués d'une profonde sagesse et capables de défendre, même par le moyen de la raison humaine, le trésor des vérités révélées.

Dès le berceau de l'Église, la doctrine catholique rencontra des adversaires acharnés, qui, tournant en dérision les dogmes et les institutions des chrétiens, affirmaient qu'il y avait plusieurs dieux, que le monde matériel n'avait ni commencement ni cause, que le cours des choses n'était pas régi par le conseil de la divine Providence, mais qu'il était mû par je ne sais quelle force aveugle et par une fatale nécessité. Contre ces fauteurs de doctrines insensées s'élevèrent à propos ces savants hommes, connus sous le nom d'*apologistes*, lesquels, guidés par la foi, au moyen d'arguments empruntés au besoin à la sagesse humaine,

scientiae absconditi [27], veterum sapientum libros investigandos, eorumque sententias cum revelatis doctrinis conferendas suscepere : prudentique delectu quae in illis vere dicta et sapienter cogitata occurrerent, amplexi sunt, ceteris omnibus vel emendatis, vel reiectis. Nam providissimus Deus, sicut ad Ecclesiae defensionem martyres fortissimos, magnae animae prodigos, contra tyrannorum saevitiem excitavit, ita philosophis falsi nominis aut haereticis viros sapientia maximos obiecit, qui revelatarum veritatum thesaurum etiam rationis humanae praesidio tuerentur. Itaque ab ipsis Ecclesiae primordiis, catholica doctrina eos nacta est adversarios multo infensissimos, qui christianorum dogmata et instituta irridentes, ponebant plures esse deos, mundi materiam principio causaque caruisse, rerumque cursum caeca quadam vi et fatali contineri necessitate, non divinae providentiae consilio administrari. Iamvero cum his insanientis doctrinae magistris mature congressi sunt sapientes viri, quos *Apologetas* nominamus, qui, fide praeeunte, ab

[27] *Coloss.* II, 3.

prouvèrent qu'on ne doit adorer qu'un Dieu, doué au plus haut point de tous les genres de perfection, que toutes choses sont sorties du néant par sa toute-puissance, qu'elles subsistent par sa sagesse, et par elle sont mues et dirigées chacune vers sa fin propre. — Au premier rang de ces apologistes nous rencontrons le martyr saint Justin. Après avoir parcouru, comme pour les éprouver, les plus célèbres d'entre les écoles grecques, s'être convaincu qu'on ne pouvait puiser la vérité tout entière que dans les doctrines révélées, Justin s'attacha à ces dernières de toute l'ardeur de son âme, les justifia des calomnies dont on les chargeait, les défendit auprès des empereurs romains avec autant de vigueur que d'abondance, et montra l'accord qui souvent existait entre elles et les idées des philosophes païens. A la même époque, Quadratus et Aristide, Hermias et Athénagore suivaient avec succès la même voie. — Cette cause suscita un défenseur non moins illustre dans la personne du grand martyr Irénée, pontife de l'Église de Lyon, lequel, en réfutant vaillamment les opinions perverses des Orientaux, apportées par les gnostiques et disséminées par eux sur toute l'étendue de l'empire, expliqua par la même occasion, comme le dit saint Jérôme, « les origines de toutes les hérésies, et découvrit dans les écrits des philosophes les sources dont elles émanaient [28]. » — Tout le monde connaît

humana quoque sapientia argumenta sumpserunt, quibus constituerent, unum Deum, omni perfectionum genere praestantissimum esse colendum ; res omnes e nihilo omnipotenti virtute productas, illius sapientia vigere, singulasque ad proprios fines dirigi ac moveri. — Principem inter illos sibi locum vindicat *S. Iustinus* martyr, qui posteaquam celeberrimas graecorum Academias, quasi experiendo, lustrasset, plenoque ore nonnisi ex revelatis doctrinis, ut idem ipse fatetur, veritatem hauriri posse pervidisset, illas toto animi ardore complexus, calumniis purgavit, penes Romanorum Imperatores acriter copioseque defendit, et non pauca graecorum philosophorum dicta cum eis composuit. Quod et *Quadratus* et *Aristides*, *Hermias* et *Athenagoras* per illud tempus egregie praestiterunt. — Neque minorem in eadem causa gloriam adeptus est *Irenaeus* martyr invictus, Ecclesiae Lugdunensis Pontifex : qui cum strenue refutaret perversas orientalium opiniones, Gnosticorum opera per fines romani imperii disseminatas, *origines haereseon singularum* (auctore Hieronymo), *et ex quibus philosophorum fontibus emanarint... explicavit* [28]. — Nemo autem non novit *Clementis Alexandrini* disputa-

[28] *Epist. ad Magn.*

les controverses soutenues par Clément d'Alexandrie, au sujet desquelles saint Jérôme s'écrie avec admiration : « Que peut-on y trouver d'inculte ? Qu'y a-t-il qui ne provienne des entrailles même de la philosophie [29] ? » Clément laissa, sur une incroyable variété de sujets, une quantité d'ouvrages, on ne peut plus utiles soit pour l'histoire de la philosophie, soit pour l'art et l'exercice de la dialectique, soit pour établir la concorde entre la foi et la raison. — Après lui vient Origène. Cet illustre maître de l'école d'Alexandrie, très instruit dans les doctrines des Grecs et des Orientaux, publia des livres, aussi nombreux que savants, d'une merveilleuse utilité pour l'interprétation des divines Écritures et l'explication des dogmes sacrés ; bien que ses ouvrages, tels du moins qu'ils nous sont restés, ne soient point tout à fait exempts d'erreurs, ils renferment néanmoins un grand nombre de maximes, propres tout à la fois à féconder et à confirmer les vérités naturelles. — Aux hérétiques, Tertullien oppose l'autorité des saintes Lettres : avec les philosophes, il change d'armure, et leur oppose la philosophie ; ces derniers, il les réfute avec tant de subtilité et d'érudition, qu'il ne craint point de leur jeter à la face ce défi: « En fait de science comme en fait de discipline, quoi que vous en pensiez, vous n'êtes pas mes pairs [30]. » — Arnobe, dans ses livres contre les Gentils, et Lactance, principalement dans

tiones, quas idem Hieronymus sic, honoris causa, commemorat : *Quid in illis indoctum ? imo quid non de media philosophia est* [29] ? Multa ipse quidem incredibili varietate disseruit ad condendam philosophiae historiam, ad artem dialecticam rite exercendam, ad concordiam rationis cum fide conciliandam utilissima.— Hunc secutus *Origenes*, scholae Alexandrinae magisterio insignis, graecorum et orientalium doctrinis eruditissimus, perplura eademque laboriosa edidit volumina, divinis Litteris explanandis, sacrisque dogmatibus illustrandis mirabiliter opportuna ; quae licet erroribus, saltem ut nunc extant, omnino non vacent, magnam tamen complectuntur vim sententiarum, quibus naturales veritates et numero et firmitate augentur. — Pugnat cum haereticis *Tertullianus* auctoritate sacrarum Litterarum ; cum philosophis, mutato armorum genere, philosophice ; hos autem tam acute et erudite convincit, ut iisdem palam fidenterque obiiciat : *Neque de scientia, neque de disciplina, ut putatis, aequamur* [30]. — *Arnobius* etiam, vulgatis adversus gentiles

[29] *Loc. cit.* — [30] *Apologet.* § 46.

ses *Institutions divines*, emploient tous deux au service de leur zèle une égale éloquence et une vigueur égale, pour inculquer aux hommes les dogmes et les préceptes de la sagesse catholique ; toutefois, loin de bouleverser la philosophie, comme le font les académiciens [31], ils se servent pour convaincre, tantôt des armes qui leur sont propres, tantôt de celles que leur livrent les querelles intestines des philosophes [32]. Les écrits que le grand Athanase et Chrysostome, le prince des orateurs, nous ont laissés sur l'âme humaine, les divins attributs et d'autres questions de souveraine importance, ces écrits, au jugement de tous, sont d'une telle perfection, qu'il semble qu'on ne puisse rien désirer de plus copieux et de plus profond. — Sans vouloir allonger outre mesure cette liste de grands esprits, nous ajouterons cependant à ceux que nous avons nommés, Basile le Grand ainsi que les deux Grégoire. Tous trois sortaient d'Athènes, ce domicile de la civilisation, pourvus abondamment de toutes les ressources de la philosophie ; et ces trésors de science que chacun d'eux avait conquis à la flamme de son zèle, ils les dépensèrent à la réfutation des hérétiques et à l'enseignement des chrétiens. — Mais la palme semble appartenir entre tous à saint Augustin, ce puissant génie qui, pénétré à fond de toutes les sciences divines et humai-

libris, et *Lactantius* divinis praesertim Institutionibus, pari eloquentia et robore dogmata ac praecepta catholicae sapientiae persuadere hominibus strenue nituntur, non sic philosophiam evertentes, ut Academici solent [31], sed partim suis armis, partim vero ex philosophorum inter se concertatione sumptis eos revincentes [32]. — Quae autem de anima humana, de divinis attributis, aliisque maximi momenti quaestionibus, magnus *Athanasius* et *Chrysostomus* oratorum princeps, scripta reliquerunt, ita, omnium iudicio, excellunt, ut prope nihil ad illorum subtilitatem et copiam addi posse videatur. — Et ne singulis recensendis nimii simus, summorum numero virorum, quorum est mentio facta, adiungimus *Basilium* Magnum et utrumque *Gregorium*, qui, cum Athenis, ex domicilio totius humanitatis, exiissent philosophiae omnis apparatu affatim instructi, quas sibi quisque doctrinae opes inflammato studio pepererat, eas ad haereticos refutandos, instituendosque christianos converterunt. — Sed omnibus veluti palmam praeripuisse visus est *Augustinus*, qui ingenio praepotens, et sacris profanisque disciplinis

[31] *Inst.* VII, cap. VII. — [32] *De opif. Dei*, cap. XXI.

nes, armé d'une foi souveraine, d'une doctrine non moins grande, combattit sans défaillance toutes les erreurs de son temps. Quel point de la philosophie n'a-t-il touché, plus encore, n'a-t-il approfondi, soit qu'il découvrît aux fidèles les plus hauts mystères de la foi, tout en les défendant contre les assauts furieux de ses adversaires ; soit que, réduisant à néant les fictions des académiciens et des manichéens, il assît et assurât les fondements de la science humaine ; ou recherchât la raison, l'origine et les causes des maux sous le poids desquels l'humanité gémit ? Avec quelle abondance et quelle pénétration n'a-t-il pas traité des anges, de l'âme, de l'esprit humain, de la volonté et du libre arbitre, de la religion et de la vie bienheureuse, du temps et de l'éternité, et jusque de la nature des corps sujets au changement ? — Plus tard, en Orient, Jean Damascène, sur les traces de Grégoire de Nazianze ; en Occident Boèce et Anselme à la suite d'Augustin, enrichissent à leur tour le patrimoine de la philosophie.

Enfin, les docteurs du moyen âge, connus sous le nom de scolastiques, viennent entreprendre l'œuvre colossale de recueillir avec soin les moissons luxuriantes de doctrine, répandues çà et là dans les œuvres innombrables des Pères, et d'en faire comme un seul monceau, pour l'usage et la commodité des générations

ad plenum imbutus, contra omnes suae aetatis errores acerrime dimicavit fide summa, doctrina pari. Quem ille philosophiae locum non attigit? Imo vero quem non diligentissime investigavit, sive cum altissima fidei mysteria et fidelibus aperiret, et contra adversariorum vesanos impetus defenderet; sive cum, Academicorum aut Manichaeorum commentis deletis, humanae scientiae fundamenta et firmitudinem in tuto collocavit, aut malorum, quibus premuntur homines, rationem et originem et causas est persecutus? Quanta de Angelis, de anima, de mente humana, de voluntate et libero arbitrio, de religione et de beata vita, de tempore et aeternitate, de ipsa quoque mutabilium corporum natura subtilissime disputavit? — Post id tempus per Orientem *Ioannes Damascenus*, Basilii et Gregorii Nazianzeni vestigia ingressus, per Occidentem vero *Boëtius* et *Anselmus*, Augustini doctrinas professi, patrimonium philosophiae plurimum locupletarunt.

Exinde mediae aetatis Doctores, quos *Scholasticos* vocant, magnae molis opus aggressi sunt, nimirum segetes doctrinae fecundas et uberes, amplissimis Sanctorum Patrum voluminibus diffusas, diligenter

futures. — Et ici, vénérables frères, Nous sommes heureux de pouvoir Nous approprier les paroles par lesquelles Sixte V, homme de profonde sagesse, et Notre prédécesseur, explique l'origine, le caractère et l'excellence de la doctrine scolastique : « Par la divine munificence de Celui qui seul donne l'esprit de science, de sagesse et d'intelligence, et qui, dans le cours des âges et selon les besoins, ne cesse d'enrichir son Église de nouveaux bienfaits, de la munir de défenses nouvelles, nos ancêtres, hommes de science profonde, inventèrent la théologie scolastique. Mais ce sont surtout deux glorieux docteurs, l'angélique saint Thomas et le séraphique saint Bonaventure, tous deux professeurs illustres en cette faculté... qui, par leur talent incomparable, leur zèle assidu, leurs grands travaux et leurs veilles, cultivèrent cette science, l'enrichirent et la léguèrent à leurs descendants, disposée dans un ordre parfait, éclaircie par d'abondants développements. Et certes, la connaissance et l'habitude d'une science aussi salutaire, qui découle de la source très féconde des saintes Écritures, des souverains pontifes, des saints Pères et des conciles, a dû en tous temps être d'un très grand avantage à l'Église, soit pour la

congerere, congestasque uno velut loco condere, in posterorum usum et commoditatem.— Quae autem scholasticae disciplinae sit origo, indoles et excellentia, iuvat hic, Venerabiles Fratres, verbis sapientissimi viri, Praedecessoris Nostri, Sixti V fusius aperire : « Divino Illius mu-
» nere, qui solus dat spiritum scientiae et sapientiae et intellectus,
» quique Ecclesiam suam per saeculorum aetates, prout opus est, no-
» vis beneficiis auget, novis praesidiis instruit, inventa est a maioribus
» nostris sapientissimis viris, Theologia scholastica, quam duo potissi-
» mum gloriosi Doctores, angelicus S. Thomas et seraphicus S. Bona-
» ventura, clarissimi huius facultatis professores,... excellenti ingenio,
» assiduo studio, magnis laboribus et vigiliis excoluerunt atque orna-
» runt, eamque optime dispositam, multisque modis praeclare explicatam
» posteris tradiderunt. Et huius quidem tam salutaris scientiae cognitio
» et exercitatio, quae ab uberrimis divinarum Litterarum, summorum
» Pontificum, sanctorum Patrum et Conciliorum fontibus dimanat,
» semper certe maximum Ecclesiae adiumentum afferre potuit, sive ad
» Scripturas ipsas vere et sane intelligendas et interpretandas, sive ad
» Patres securius et utilius perlegendos et explicandos, sive ad varios
» errores et haereses detegendas et refellendas : his vero novissimis

saine intelligence et la véritable interprétation des Écritures, soit pour lire et expliquer les Pères plus sûrement et plus utilement, soit pour démasquer et réfuter les erreurs et les hérésies : mais en ces derniers jours, qui nous ont amené ces temps critiques prédits par l'Apôtre, et dans lesquels des hommes blasphémateurs, orgueilleux, séducteurs, progressent dans le mal, errant eux-mêmes et induisant en erreur les autres, à coup sûr, pour confirmer les dogmes de la foi catholique et réfuter les hérésies, la science dont nous parlons est plus que jamais nécessaire [33]. »

Cet éloge, bien qu'il ne paraisse comprendre que la théologie scolastique, s'applique cependant avec évidence à la philosophie elle-même. En effet, les qualités éminentes qui rendent la théologie scolastique si formidable aux ennemis de la vérité, à savoir, pour poursuivre avec le même Pontife « cette cohésion étroite et parfaite des effets et des causes, cet ordre et cette symétrie, semblables à ceux d'une armée en bataille, ces définitions et distinctions lumineuses, cette solidité d'argumentation cette subtilité de controverse, toutes choses par lesquelles la lumière est séparée des ténèbres, le vrai distingué du faux, et les mensonges de l'hérésie, dépouillés du prestige et des fictions qui les enveloppent, sont découverts et mis à nu [34] ; » toutes ces brillantes qualités, disons-Nous, sont dues uniquement

» diebus, quibus iam advenerunt tempora illa periculosa ab Apostolo » descripta, et homines blasphemi, superbi, seductores proficiunt in » peius, errantes et alios in errorem mittentes, sane catholicae fidei » dogmatibus confirmandis et haeresibus confutandis pernecessaria » est [33]. » Quae verba quamvis Theologiam scholasticam dumtaxat complecti videantur, tamen esse quoque de Philosophia eiusque laudibus accipienda perspicitur. Siquidem praeclarae dotes, quae Theologiam scholasticam hostibus veritatis faciunt tantopere formidolosam, nimirum, ut idem Pontifex addit, « apta illa et inter se nexa rerum et causarum co» haerentia, ille ordo et dispositio tamquam militum in pugnando in» structio, illae dilucidae definitiones et distinctiones, illa argumentorum » firmitas et acutissimae disputationes, quibus lux a tenebris, verum a » falso distinguitur, haereticorum mendacia multis praestigiis et fallaciis » involuta, tamquam veste detracta patefiunt et denudantur [34], » prae-

[33] Bulla *Triumphantis*, an. 1588. — [34] *Bull. cit.*

au bon usage de la philosophie que les docteurs scolastiques avaient pris la sage coutume d'adopter généralement, même dans les controverses théologiques. — En outre, comme le caractère propre et distinctif des théologiens scolastiques est d'unir entre elles, par le nœud le plus étroit, la science divine et l'humaine, la théologie, dans laquelle ils excellèrent, n'aurait certainement pu acquérir autant d'honneur et d'estime dans l'opinion des hommes, si ses docteurs n'eussent employé qu'une philosophie incomplète et tronquée ou superficielle.

Mais, entre tous les docteurs scolastiques, brille avec un éclat sans pareil leur prince et maître à tous, Thomas d'Aquin, lequel, ainsi que le remarque Cajetan, *pour avoir profondément vénéré les saints docteurs* qui l'ont précédé, *a hérité en quelque sorte de l'intelligence de tous* [35]. Thomas recueillit leurs doctrines, comme les membres dispersés d'un même corps ; il les réunit, il les classa dans un ordre admirable, et les enrichit tellement, qu'on le considère lui-même, à juste titre, comme le défenseur spécial et l'honneur de l'Église. — D'un esprit docile et pénétrant, d'une mémoire facile et sûre, d'une intégrité parfaite de mœurs, n'ayant d'autre amour que celui de la vérité, très riche en science

clarae, inquimus, et mirabiles istae dotes unice a recto usu repetendae sunt eius philosophiae, quam magistri scholastici, data opera et sapienti consilio, in disputationibus etiam theologicis, passim usurpare consueverunt. — Praeterea cum illud sit scholasticorum Theologorum proprium ac singulare, ut scientiam humanam ac divinam arctissimo inter se vinculo coniunxerint, profecto Theologia, in qua illi excelluerunt, non erat tantum honoris et commendationis ab opinione hominum adeptura, si mancam atque imperfectam aut levem philosophiam adhibuissent.

Iamvero inter scholasticos Doctores, omnium princeps et magister, longe eminet *Thomas Aquinas :* qui, uti Caietanus animadvertit, veteres *doctores sacros quia summe veneratus est, ideo intellectum omnium quodammodo sortitus est* [35]. Illorum doctrinas, velut dispersa cuiusdam corporis membra, in unum Thomas collegit et coagmentavit, miro ordine digessit, et magnis incrementis ita adauxit, ut catholicae Ecclesiae singulare praesidium et decus iure meritoque habeatur. — Ille quidem ingenio docilis et acer, memoria facilis et tenax, vitae integerrimus, veritatis unice amator, divina humanaque scientia praedives, Soli comparatus,

[35] In 2m 2æ, q. 148, a. 4, in fin.

divine et humaine, justement comparé au soleil, il réchauffa la terre par le rayonnement de ses vertus, et la remplit de la splendeur de sa doctrine. Il n'est aucune partie de la philosophie qu'il n'ait traitée avec autant de pénétration que de solidité : les lois du raisonnement, Dieu et les substances incorporelles, l'homme et les autres créatures sensibles, les actes humains et leurs principes, font tour à tour l'objet des thèses qu'il soutient, et dans lesquelles rien ne manque, ni l'abondante moisson des recherches, ni l'harmonieuse ordonnance des parties, ni l'excellence de la méthode, ni la solidité des principes ou la force des arguments, ni la clarté du style ou la propriété de l'expression, ni la facilité à expliquer les points les plus obscurs.

Ajoutons à cela que l'angélique docteur a considéré les conclusions philosophiques dans les raisons et les principes mêmes des choses : or, l'étendue de ces prémisses, et les vérités innombrables qu'elles contiennent en germe, fournissent aux maîtres des âges postérieurs une ample matière à des développements fructueux, destinés à se produire en temps opportun. En employant, comme il le fait, ce même procédé dans la réfutation des erreurs, le grand docteur est arrivé à ce double résultat, de repousser à lui seul toutes les erreurs des temps antérieurs, et de fournir des armes invincibles pour dissiper celles qui ne manque-

orbem terrarum calore virtutum fovit, et doctrinae splendore complevit. Nulla est philosophiae pars, quam non acute simul et solide pertractarit : de legibus ratiocinandi, de Deo et incorporeis substantiis, de homine aliisque sensibilibus rebus, de humanis actibus eorumque principiis ita disputavit, ut in eo neque copiosa quaestionum seges, neque apta partium dispositio, neque optima procedendi ratio, neque principiorum firmitas aut argumentorum robur, neque dicendi perspicuitas aut proprietas, neque abstrusa quaeque explicandi facilitas desideretur.

Illud etiam accedit, quod philosophicas conclusiones angelicus Doctor speculatus est in rerum rationibus et principiis, quae quamlatissime patent, et infinitarum fere veritatum semina suo velut gremio concludunt, a posterioribus magistris opportuno tempore et uberrimo cum fructu aperienda. Quam philosophandi rationem cum in erroribus refutandis pariter adhibuerit, illud a se ipse impetravit, ut et superiorum temporum errores omnes unus debellarit, et ad profligandos, qui per-

ront pas de surgir dans l'avenir.— De plus, en même temps qu'il distingue parfaitement, ainsi qu'il convient, la raison d'avec la foi, il les unit toutes deux par les liens d'une mutuelle amitié : il conserve ainsi à chacune ses droits, il sauvegarde sa dignité, de telle sorte que la raison, portée sur les ailes de Thomas jusqu'au faîte de la nature humaine, ne peut guère monter plus haut, et que la foi peut à peine espérer de la raison des secours plus nombreux ou plus puissants que ceux que Thomas lui fournit.

Il ne faut donc pas s'étonner que, surtout dans les siècles précédents,des hommes très savants et du plus grand renom en théologie comme en philosophie, après avoir recherché avec une incroyable avidité les œuvres immortelles du grand docteur, se soient livrés tout entiers, Nous ne dirons pas à cultiver son angélique sagesse, mais à s'en nourrir et à s'en pénétrer. — On sait que presque tous les fondateurs et législateurs des ordres religieux ont ordonné à leurs confrères d'étudier la doctrine de saint Thomas et de s'y tenir religieusement, et qu'ils ont pourvu d'avance à ce qu'il ne fût permis à aucun d'eux de s'écarter impunément, ne fût-ce que sur le moindre point, des vestiges d'un si grand homme. Sans parler de la famille dominicaine, qui revendique cet illustre maître comme une gloire qui lui appartient en propre, les bénédictins, les carmes, les augustins, la

petua vice in posterum exorituri sunt, arma invictissima suppeditarit. — Praeterea rationem, ut par est, a fide apprime distinguens, utramque tamen amice consocians, utriusque tum iura conservavit, tum dignitati consuluit, ita quidem ut ratio ad humanum fastigium Thomae pennis evecta, iam fere nequeat sublimius assurgere ; neque fides a ratione fere possit plura aut validiora adiumenta praestolari, quam quae iam est per Thomam consecuta.

Has ob causas, doctissimi homines, superioribus praesertim aetatibus, theologiae et philosophiae laude praestantissimi, conquisitis incredibili studio Thomae voluminibus immortalibus, angelicae sapientiae eius sese non tam excolendos, quam penitus innutriendos tradiderunt. — Omnes prope conditores et legiferos Ordinum religiosorum iussisse constat sodales suos, doctrinis S. Thomae studere et religiosius haerere, cauto, ne cui eorum impune liceat a vestigiis tanti viri vel minimum discedere. Ut Dominicanam familiam praetereamus, quae summo hoc magistro iure quodam suo gloriatur, ea lege teneri Benedictinos,

compagnie de Jésus, et plusieurs autres ordres religieux sont soumis à cette loi, ainsi qu'en témoignent leurs statuts respectifs.

Et ici c'est vraiment avec volupté que l'esprit s'envole vers ces écoles et ces académies célèbres et jadis florissantes, de Paris, de Salamanque, d'Alcala, de Douai, de Toulouse, de Louvain, de Padoue, de Bologne, de Naples, de Coïmbre, et d'autres en grand nombre. Personne n'ignore que la gloire de ces académies crût, en quelque sorte, avec l'âge et que les consultations qu'on leur demandait dans les affaires les plus importantes, jouirent partout d'une grande autorité. Or, on sait aussi que, dans ces nobles asiles de la sagesse humaine, Thomas régnait en prince, comme dans son propre empire, et que tous, maîtres et disciples, se reposaient uniquement et dans une admirable concorde, sur l'enseignement et l'autorité du docteur angélique.

Mais ce qui a plus de prix, les Pontifes romains, nos prédécesseurs, ont honoré la sagesse de Thomas d'Aquin de singuliers éloges, et des attestations les plus amples. Clément VI [36], Nicolas V [37], Benoît XIII [38], d'autres encore témoignent de l'éclat

Carmelitas, Augustinianos, Societatem Iesu, aliosque sacros Ordines complures, statuta singulorum testantur.

Atque hoc loco magna cum voluptate provolat animus ad celeberrimas illas, quae olim in Europa floruerunt, Academias et Scholas, Parisiensem nempe, Salmantinam, Complutensem, Duacenam, Tolosanam, Lovaniensem, Patavinam, Bononiensem, Neapolitanam, Conimbricensem, aliasque permultas. Quarum Academiarum nomen aetate quodammodo crevisse, rogatasque sententias, cum graviora agerentur negotia, plurimum in omnes partes valuisse, nemo ignorat. Iamvero compertum est, in magnis illis humanae sapientiae domiciliis, tamquam in suo regno, Thomam consedisse principem; atque omnium vel doctorum vel auditorum animos miro consensu in unius angelici Doctoris magisterio et auctoritate conquievisse.

Sed, quod pluris est, Romani Pontifices Praedecessores Nostri sapientiam Thomae Aquinatis singularibus laudum praeconiis, et testimoniis amplissimis prosecuti sunt. Nam Clemens VI [36], Nicolaus V [37], Benedictus XIII [38] aliique testantur, admirabili eius doctrina univer-

[36] Bulla *In Ordine.* — [37] *Breve ad FF. Ord. Praedic.* 1451. — [38] Bulla *Pretiosus.*

que son admirable doctrine donne à l'Église universelle. Saint Pie V [39] reconnaît que cette même doctrine dissipe les hérésies, après les avoir confondues et réfutées, et que chaque jour elle délivre le monde entier d'erreurs pestilentielles; d'autres avec Clément XII [40], affirment que des biens abondants ont découlé de ses écrits sur l'Église universelle, et qu'on lui doit à lui-même les honneurs et le culte que l'Église rend à ses plus grands docteurs, Grégoire, Ambroise, Augustin et Jérôme : d'autres enfin ne crurent pas trop faire en proposant saint Thomas aux académies et aux grandes écoles comme un modèle et un maître qu'elles pouvaient suivre d'un pas assuré. Et, à ce propos, les paroles du bienheureux Urbain V à l'Université de Toulouse méritent d'être rappelées ici : « Nous voulons, et, par la teneur des présentes, Nous vous enjoignons de suivre la doctrine du bienheureux Thomas comme étant véridique et catholique, et de vous appliquer de toutes vos forces à la développer [41]. » A l'exemple d'Urbain V, Innocent XII [42] impose les mêmes prescriptions à l'Université de Louvain, et Benoît XIV [43] au Collège dionysien de Grenade. Pour mettre le comble à ces jugements des Pontifes suprêmes sur saint Thomas d'Aquin, Nous ajou-

sam Ecclesiam illustrari; S. Pius V [39] vero fatetur eadem doctrina haereses confusas et convictas dissipari, orbemque universum a pestiferis quotidie liberari erroribus; alii cum Clemente XII [40], uberrima bona ab eius scriptis in Ecclesiam universam dimanasse, ipsumque eodem honore colendum esse affirmant, qui summis Ecclesiae doctoribus, Gregorio, Ambrosio, Augustino et Hieronymo defertur; alii tandem S. Thomam proponere non dubitarunt Academiis et magnis Lyceis exemplar et magistrum, quem tuto pede sequerentur. Qua in re memoratu dignissima videntur B. Urbani V verba ad Academiam Tolosanam : *Volumus et tenore praesentium vobis iniungimus, ut B. Thomae doctrinam tamquam veridicam et catholicam sectemini, eamdemque studeatis totis viribus ampliare* [41]. Urbani autem exemplum Innocentius XII [42] in Lovaniensi studiorum Universitate, et Benedictus XIV [43] in Collegio Dionysiano Granatensium renovarunt. — His vero Pontificum maximorum de Thoma Aquinate iudiciis, veluti cumulus, Innocentii VI

[39] Bulla *Mirabilis*. — [40] Bulla *Verbo Dei*. — [41] Const. 5a dat. die 3 aug. 1368 *ad Cancell. Univ. Tolos.* — [42] *Litt. in form. Brev.*, die 6 feb. 1694. — [43] *Litt. in form. Brev.*, die 21 aug. 1752.

terons ce témoignage d'Innocent VI : « La doctrine de saint Thomas a, sur toutes les autres, la canonique exceptée, la propriété des termes, la mesure dans l'expression, la vérité des propositions, de telle sorte que ceux qui la tiennent ne sont jamais surpris hors du sentier de la vérité, et que quiconque la combat a toujours été suspect d'erreur [44]. »

A leur tour, les conciles œcuméniques, dans lesquels brille la fleur de sagesse cueillie sur toute la terre, se sont appliqués en tout temps à rendre à Thomas d'Aquin des hommages spéciaux. Dans les conciles de Lyon, de Vienne, de Florence, du Vatican, on eût cru voir Thomas prendre part, présider même, en quelque sorte, aux délibérations et aux décrets des Pères, et combattre, avec une vigueur indomptable et avec le plus heureux succès, les erreurs des Grecs, des hérétiques et des rationalistes. — Mais le plus grand honneur rendu à saint Thomas, réservé à lui seul, et qu'il ne partage avec aucun des docteurs catholiques, lui vint des Pères du Concile de Trente, quand ils voulurent qu'au milieu de la sainte assemblée, avec le livre des divines Écritures et les décrets des Pontifes suprêmes, sur l'autel même, la *Somme* de Thomas d'Aquin fût déposée ouverte, pour pouvoir y puiser des conseils, des raisons, des oracles.

testimonium accedat : *Huius* (Thomae), *doctrina prae ceteris, excepta canonica, habet proprietatem verborum, modum dicendorum, veritatem sententiarum, ita ut numquam qui eam tenuerint, inveniantur a veritatis tramite deviasse : et qui eam impugnaverit, semper fuerit de veritate suspectus* [44].

Ipsa quoque Concilia Oecumenica, in quibus eminet lectus ex toto orbe terrarum flos sapientiae, singularem Thomae Aquinati honorem habere perpetuo studuerunt. In Conciliis Lugdunensi, Viennensi, Florentino, Vaticano, deliberationibus et decretis Patrum interfuisse Thomam et pene praefuisse dixeris, adversus errores Graecorum, haereticorum et rationalistarum ineluctabili vi et faustissimo exitu decertantem. — Sed haec maxima est et Thomae propria, nec cum quopiam ex doctoribus catholicis communicata laus, quod Patres Tridentini, in ipso medio conclavi ordini habendo, una cum divinae Scripturae codicibus et Pontificum Maximorum decretis *Summam* Thomae Aquinatis super altari patere voluerunt, unde consilium, rationes, oracula peterentur.

[44] *Serm. de S. Thom.*

Enfin une dernière palme semble avoir été réservée à cet homme incomparable : il a su arracher aux ennemis eux-mêmes du nom catholique le tribut de leurs hommages, de leurs éloges, de leur admiration. On sait, en effet, que, parmi les chefs des partis hérétiques, il y en eut qui déclarèrent hautement, qu'une fois la doctrine de saint Thomas d'Aquin supprimée,ils se faisaient forts d'*engager une lutte victorieuse avec tous* les docteurs catholiques, *et d'anéantir l'Église* [45]. — L'espérance était vaine, mais le témoignage ne l'est point.

Les choses étant ainsi, vénérables frères, toutes les fois que nos regards se portent sur la bonté, la force et l'indéniable utilité de cette discipline philosophique, tant aimée de nos pères, Nous jugeons que ç'a été une témérité de n'avoir continué, ni en tout temps, ni en tous lieux, à lui rendre l'honneur qu'elle mérite : d'autant plus que la philosophie scolastique a en sa faveur et un long usage et le jugement d'hommes éminents, et ce qui est capital, le suffrage de l'Église. A la place de la doctrine ancienne, une façon de nouvelle méthode de philosophie s'est introduite çà et là, laquelle n'a point porté les fruits désirables et salutaires que l'Église et la société civile elle-même eussent souhaités. Sous l'impulsion des novateurs du seizième siècle, on se prit à phi-

Postremo haec quoque palma viro incomparabili reservata videbatur, ut ab ipsis catholici nominis adversariis obsequia, praeconia, admirationem extorqueret. Nam exploratum est, inter haereticarum factionum duces non defuisse, qui palam profiterentur, sublata semel e medio doctrina Thomae Aquinatis, se facile posse *cum omnibus* catholicis doctoribus *subire certamen et vincere, et Ecclesiam dissipare* [45]. — Inanis quidem spes, sed testimonium non inane.

His rebus et causis, Venerabiles Fratres, quoties respicimus ad bonitatem, vim praeclarasque utilitates eius disciplinae philosophicae, quam maiores nostri adamarunt, iudicamus temere esse commissum, ut eidem suus honos non semper, nec ubique permanserit : praesertim cum philosophiae scholasticae et usum diuturnum et maximorum virorum iudicium, et, quod caput est, Ecclesiae suffragium favisse constaret. Atque in veteris doctrinae locum nova quaedam philosophiae ratio hac illac successit, unde non ii percepti sunt fructus optabiles ac salutares, quos Ecclesia et ipsa civilis societas maluissent. Adnitentibus

[45] Beza — Bucerus.

losopher sans aucun égard pour la foi, avec pleine licence de part et d'autre de laisser aller sa pensée selon son caprice et son génie. Il en résulta tout naturellement que les systèmes de philosophie se multiplièrent outre mesure, et que des opinions diverses, contradictoires, se firent jour, même sur les objets les plus importants des connaissances humaines. De la multitude des opinions on arrive facilement aux hésitations et au doute : du doute à l'erreur, il n'est personne qui ne le voie, la distance est courte et le chemin facile. — Les hommes se laissant volontiers entraîner par l'exemple, cette passion de la nouveauté parut avoir envahi, en certains pays, l'esprit des philosophes catholiques eux-mêmes, lesquels, dédaignant le patrimoine de la sagesse antique, aimèrent mieux édifier à neuf qu'accroître et perfectionner le vieil édifice, projet certes peu prudent, et qui ne s'exécuta qu'au grand détriment des sciences. En effet, ces systèmes multiples, appuyés uniquement sur l'autorité et l'arbitraire de chaque maître particulier, n'ont qu'une base mobile, et par conséquent, au lieu de cette science sûre, stable et robuste, comme était l'ancienne, ne peuvent produire qu'une philosophie branlante et sans consistance. Si donc il arrive parfois à une philosophie de cette sorte de se trouver à peine en état de résister aux assauts de l'en-

enim Novatoribus saeculi XVI, placuit philosophari citra quempiam ad fidem respectum, petita dataque vicissim potestate quaelibet pro lubitu ingenioque excogitandi. Qua ex re pronum fuit, genera philosophiae plus aequo multiplicari, sententiasque diversas atque inter se pugnantes oriri etiam de iis rebus, quae sunt in humanis cognitionibus praecipuae. A multitudine sententiarum ad haesitationes dubitationesque persaepe ventum est : a dubitationibus vero in errorem quam facile mentes hominum delabantur, nemo est qui non videat. — Hoc autem novitatis studium, cum homines imitatione trahantur, catholicorum quoque philosophorum animos visum est alicubi pervasisse ; qui patrimonio antiquae sapientiae posthabito, nova moliri, quam vetera novis augere et perficere maluerunt, certe minus sapienti consilio, et non sine scientiarum detrimento. Etenim multiplex haec ratio doctrinae, cum in magistrorum singulorum auctoritate arbitrioque nitatur, mutabile habet fundamentum, eaque de causa non firmam atque stabilem neque robustam, sicut veterem illam, sed nutantem et levem facit philosophiam. Cui si forte contingat, hostium impetu ferendo vix parem aliquando inveniri, eius rei agnoscat in seipsa residere causam et culpam. —

nemi, elle ne doit imputer qu'à elle-même la cause et la faute de sa faiblesse. — Ce que disant, Nous n'entendons certes pas improuver ces savants ingénieux, qui emploient à la culture de la philosophie leurs recherches, leur érudition, et les richesses des découvertes nouvelles. Nous comprenons parfaitement que tous ces éléments concourent au progrès de la doctrine. Mais il faut se garder, avec le plus grand soin, de faire de ces recherches et de cette érudition le seul, ou même le principal objet de son application. — On doit en juger de même pour la théologie : il est bon de lui apporter le secours et la lumière d'une érudition variée ; mais il est absolument nécessaire de la traiter à la manière grave des scolastiques, afin que, grâce aux forces réunies de la révélation et de la raison, elle ne cesse d'être le *boulevard inexpugnable de la foi* [46].

C'est donc par une heureuse inspiration que des amis, en certain nombre, des sciences philosophiques, désirant, dans ces dernières années, en entreprendre la restauration d'une manière efficace, se sont appliqués, et s'appliquent encore, à remettre en vigueur l'admirable doctrine de Thomas d'Aquin, et à lui rendre son ancien lustre. Animés du même esprit, plusieurs membres de votre ordre, Vénérables Frères, sont entrés avec ardeur dans la même voie. Nous l'avons appris dans la plus grande joie de

Quae cum dicimus, non eos profecto improbamus doctos homines atque solertes, qui industriam et eruditionem suam, ac novorum inventorum opes ad excolendam philosophiam afferunt : id enim probe intelligimus ad incrementa doctrinae pertinere. Sed magnopere cavendum est, ne in illa industria atque eruditione tota aut praecipua exercitatio versetur. — Et simili modo de sacra Theologia iudicetur ; quam multiplici eruditionis adiumento iuvari atque illustrari quidem placet, sed omnino necesse est, gravi Scholasticorum more tractari, ut, revelationis et rationis coniunctis in illa viribus, *invictum fidei propugnaculum* [46] esse perseveret.

Optimo itaque consilio cultores disciplinarum philosophicarum non pauci, cum ad instaurandam utiliter philosophiam novissime animum adiecerint, praeclaram Thomae Aquinatis doctrinam restituere, atque in pristinum decus vindicare studuerunt et student. Pari voluntate plures ex ordine Vestro, Venerabiles Fratres, eamdem alacriter viam esse in-

[46] Sixtus V, *Bull. cit.*

notre âme. Tout en les louant avec effusion, Nous les exhortons à persévérer dans cette noble entreprise : quant aux autres, Nous les avertissons tous, que rien ne nous est plus à cœur, et que nous ne souhaitons rien tant que de les voir fournir largement et copieusement à la jeunesse studieuse les eaux très pures de la sagesse, telles que le docteur angélique les répand en flots pressés et intarissables.

Plusieurs motifs provoquent en Nous cet ardent désir. — En premier lieu, comme à notre époque la foi chrétienne est journellement en butte aux manœuvres et aux ruses d'une science trompeuse, il faut que tous les jeunes gens, ceux particulièrement qui sont élevés pour le service de l'Église, soient nourris du pain vivifiant et robuste de la doctrine, afin que, pleins de force et revêtus d'une armure complète, ils s'habituent de bonne heure à défendre la religion avec vigueur et sagesse, *toujours prêts*, selon l'avertissement de l'Apôtre, *à rendre raison, à quiconque le demande, de l'espérance qui est en nous* [47] ; ainsi qu'à *exhorter dans une doctrine saine et à convaincre ceux qui contredisent* [48].— Ensuite, un grand nombre de ceux qui, éloignés de la foi, haïssent les institutions catholiques, prétendent ne reconnaître d'autre

gressos, magna cum animi Nostri laetitia cognovimus. Quos cum laudamus vehementer, tum hortamur, ut in suscepto consilio permaneant : reliquos vero omnes ex Vobis singulatim monemus, nihil Nobis esse antiquius et optabilius, quam ut sapientiae rivos purissimos ex angelico Doctore iugi et praedivite vena dimanantes, studiosae iuventuti large copioseque universi praebeatis.

Quae autem faciunt, ut magno id studio velimus, plura sunt. — Principio quidem, cum in hac tempestate nostra, machinationibus et astu fallacis cuiusdam sapientiae, christiana fides oppugnari soleat, cuncti adolescentes, sed ii nominatim qui in Ecclesiae spem succrescunt, pollenti ac robusto doctrinae pabulo ob eam causam enutriendi sunt, ut viribus validi, et copioso armorum apparatu instructi, mature assuescant causam religionis fortiter et sapienter agere, *parati semper*, secundum Apostolica monita, *ad satisfactionem omni poscenti rationem de ea, quae in nobis est, spe* [47], et *exhortari in doctrina sana, et eos qui contradicunt, arguere* [48]. — Deinde plurimi ex iis hominibus qui, abalienato a fide animo, instituta catholica oderunt, solam sibi esse ma-

[47] *I Pet.* III, 15. — [48] *Tit.* I, 9.

maître et d'autre guide que leur raison. Pour les guérir et les ramener à la grâce en même temps qu'à la foi catholique, après le secours surnaturel de Dieu, Nous ne voyons rien de plus opportun que la solide doctrine des Pères et des scolastiques, lesquels, ainsi que nous l'avons dit, mettent sous les yeux les fondements inébranlables de la foi, sa divine origine, sa vérité certaine, ses motifs de persuasion, les bienfaits qu'elle procure au genre humain, son parfait accord avec la raison, et tout cela avec plus de force et d'évidence qu'il n'en faut pour fléchir les esprits les plus rebelles et les plus obstinés.

Tous nous voyons dans quelle situation critique la contagion des opinions perverses a jeté la famille et la société civile. Certes, l'une et l'autre jouiraient d'une paix plus parfaite et d'une sécurité plus grande si, dans les académies et les écoles, on donnait une doctrine plus saine et plus conforme à l'enseignement de l'Église, une doctrine telle qu'on la trouve dans les œuvres de Thomas d'Aquin. Ce que saint Thomas nous enseigne sur la vraie nature de la liberté, qui de nos temps dégénère en licence, sur la divine origine de toute autorité, sur les lois et leur action, sur le gouvernement paternel et juste des souverains, sur l'obéissance due aux pouvoirs supérieurs, sur la charité mutuelle qui doit régner entre tous les hommes ; ce qu'il nous dit sur ces

gistram ac ducem rationem profitentur. Ad hos autem sanandos, et in gratiam cum fide catholica restituendos, praeter supernaturale Dei auxilium, nihil esse opportunius arbitramur, quam solidam Patrum et Scholasticorum doctrinam, qui firmissima fidei fundamenta, divinam illius originem, certam veritatem, argumenta quibus suadetur, beneficia in humanum genus collata, perfectamque cum ratione concordiam tanta evidentia et vi commonstrant, quanta flectendis mentibus vel maxime invitis et repugnantibus abunde sufficiat.

Domestica vero, atque civilis ipsa societas, quae ob perversarum opinionum pestem quanto in discrimine versetur, universi perspicimus, profecto pacatior multo et securior consisteret, si in Academiis et scholis sanior traderetur, et magisterio Ecclesiae conformior doctrina, qualem Thomae Aquinatis volumina complectuntur. Quae enim de germana ratione libertatis, hoc tempore in licentiam abeuntis, de divina cuiuslibet auctoritatis origine, de legibus earumque vi, de paterno et aequo summorum Principum imperio, de obtemperatione sublimioribus potestatibus, de mutua inter omnes caritate ; quae scilicet de his rebus

sujets et d'autres de même genre a une force immense, invincible pour renverser tous ces principes du droit nouveau, dangereux, on le sait, au bon ordre et au salut public. — Enfin, toutes les sciences humaines ont droit à espérer un progrès réel et doivent se promettre un secours efficace de la restauration, que Nous venons de proposer, des sciences philosophiques. En effet, les beaux-arts demandent à la philosophie, comme à la science modératrice, leurs règles et leur méthode, et puisent chez elle, comme à une source commune de vie, l'esprit qui les anime. Les faits et l'expérience constante nous font voir que les arts libéraux fleurissent surtout, lorsque la philosophie garde l'intégrité de son honneur et la rectitude de son jugement; qu'au contraire, ils gisent négligés et presque oubliés, quand la philosophie incline vers l'erreur ou s'embarrasse d'inepties. — Aussi les sciences physiques elles-mêmes, si appréciées à cette heure, et qui, illustrées de tant de découvertes, provoquent de toute part une admiration sans bornes, ces sciences, loin d'y perdre, gagneraient singulièrement à une restauration de l'ancienne philosophie. Ce n'est point assez, pour féconder leur étude et assurer leur avancement, que de se borner à l'examen des faits et à la contemplation de la nature; mais les faits constatés, il faut s'élever plus haut, et s'appliquer

et aliis generis eiusdem a Thoma disputantur, maximum atque invictum robur habent ad evertenda ea iuris novi principia, quae pacato rerum ordini et publicae saluti periculosa esse dignoscuntur. — Demum cunctae humanae disciplinae spem incrementi praecipere, plurimumque sibi debent praesidium polliceri ab hac, quae Nobis est proposita, disciplinarum philosophicarum instauratione. Etenim a philosophia tamquam a moderatrice sapientia, sanam rationem rectumque modum bonae artes mutuari, ab eaque, tamquam vitae communi fonte, spiritum haurire consueverunt. Facto et constanti experientia comprobatur, artes liberales tunc maxime floruisse, cum incolumis honor et sapiens iudicium philosophiae stetit; neglectas vero et prope obliteratas iacuisse, inclinata atque erroribus vel ineptiis implicita philosophia. — Quapropter etiam physicae disciplinae, quae nunc tanto sunt in pretio, et tot praeclare inventis singularem ubique cient admirationem sui, ex restituta veterum philosophia non modo nihil detrimenti, sed plurimum praesidii sunt habiturae. Illarum enim fructuosae exercitationi et incremento non sola satis est consideratio factorum, contemplatioque naturae; sed, cum facta constiterint, altius assurgendum est, et danda

avec soin à reconnaître la nature des choses corporelles et à rechercher les lois auxquelles elles obéissent, ainsi que les principes d'où découlent et l'ordre qu'elles ont entre elles, et l'unité dans leur variété, et leur mutuelle affinité dans la diversité. On ne peut s'imaginer combien la philosophie scolastique, sagement enseignée, apporterait à ces recherches de force, de lumière et de ressources.

A ce propos, il importe de prémunir les esprits contre la souveraine injustice que l'on fait à cette philosophie, en l'accusant de mettre obstacle au progrès et à l'accroissement des sciences naturelles. Comme les scolastiques, suivant en cela les sentiments des saints Pères, enseignent à chaque pas, dans l'anthropologie, que l'intelligence a besoin des choses sensibles pour s'élever à la connaissance des êtres incorporels et immatériels, ils ont compris d'eux-mêmes la souveraine utilité pour le philosophe de sonder attentivement les secrets de la nature, et d'employer un long temps à l'étude assidue des choses physiques. C'est en effet ce qu'ils firent. Saint Thomas, le bienheureux Albert le Grand, et d'autres princes de la scolastique, ne s'absorbèrent pas tellement dans la contemplation philosophique, qu'ils n'aient aussi apporté un grand soin à la connaissance des choses naturelles : bien plus, dans cet ordre de connaissances, il est plus d'une de leurs affirmations, plus d'un de leurs principes, que les maîtres actuels

solerter opera naturis rerum corporearum agnoscendis, investigandisque legibus, quibus parent, et principiis, unde ordo illarum et unitas in varietate, et mutua affinitas in diversitate proficiscuntur. Quibus investigationibus mirum quantam philosophia scholastica vim et lucem, et opem, est allatura, si sapienti ratione tradatur.

Qua in re et illud monere iuvat, nonnisi per summam iniuriam eidem philosophiae vitio verti, quod naturalium scientiarum profectui et incremento adversetur. Cum enim Scholastici, sanctorum Patrum sententiam secuti, in Anthropologia passim tradiderint, humanam intelligentiam nonnisi ex rebus sensibilibus ad noscendas res corpore materiaque carentes evehi, sponte sua intellexerunt, nihil esse philosopho utilius, quam naturae arcana diligenter investigare, et in rerum physicarum studio diu multumque versari. Quod et facto suo confirmarunt : nam S. Thomas, B. Albertus Magnus, aliique Scholasticorum principes, non ita se contemplationi philosophiae dediderunt, ut non etiam multum operae in naturalium rerum cognitione collocarint : imo non

approuvent, et dont ils reconnaissent la justesse. En outre, à notre époque même, plusieurs docteurs des sciences physiques, hommes d'un grand renom, témoignent publiquement et ouvertement que, entre les conclusions certaines et reçues de la physique moderne et les principes philosophiques de l'École, il n'existe en réalité aucune contradiction.

Nous donc, tout en proclamant qu'il faut recevoir de bonne grâce et avec reconnaissance toute pensée sage et toute découverte utile, de quelque part qu'elle vienne, Nous vous exhortons, Vénérables Frères, de la manière la plus pressante, à remettre en vigueur et à propager le plus possible la précieuse doctrine de saint Thomas, et ce, pour la défense et l'ornement de la foi catholique, pour le bien de la société, pour l'avancement de toutes les sciences. Nous disons la doctrine de saint Thomas, car s'il se rencontre dans les docteurs scolastiques quelque question trop subtile, quelque affirmation inconsidérée, ou quelque chose qui ne s'accorde pas avec les doctrines éprouvées des âges postérieurs, qui soit dénué, en un mot, de probabilité, Nous n'entendons nullement le proposer à l'imitation de notre siècle. — Du reste, que des maîtres, désignés par votre choix éclairé, s'appliquent à faire pénétrer dans l'esprit de leurs disciples la doctrine de Thomas d'Aquin, et qu'ils aient soin de faire ressortir combien celle-ci l'emporte sur toutes les autres en solidité et en

pauca sunt in hoc genere dicta eorum et scita, quae recentes magistri probent, et cum veritate congruere fateantur. Praeterea, hac ipsa aetate, plures iique insignes scientiarum physicarum doctores palam aperteque testantur, inter certas ratasque recentioris Physicae conclusiones, et philosophica Scholae principia nullam veri nominis pugnam existere.

Nos igitur, dum edicimus libenti gratoque animo excipiendum esse quidquid sapienter dictum, quidquid utiliter fuerit a quopiam inventum atque excogitatum; Vos omnes, Venerabiles Fratres, quam enixe hortamur, ut ad catholicae fidei tutelam et decus, ad societatis bonum, ad scientiarum omnium incrementum auream sancti Thomae sapientiam restituatis, et quam latissime propagetis. Sapientiam sancti Thomae dicimus: si quid enim est a doctoribus Scholasticis vel nimia subtilitate quaesitum, vel parum considerate traditum, si quid cum exploratis posterioris aevi doctrinis minus cohaerens, vel denique quoquo modo non probabile, id nullo pacto in animo est aetati nostrae ad imitandum proponi. — Ceterum, doctrinam Thomae Aquinatis studeant

excellence. Que les académies, que vous avez instituées ou que vous instituerez par la suite, expliquent cette doctrine, la défendent et l'emploient pour la réfutation des erreurs dominantes. — Mais, pour éviter qu'on ne boive une eau supposée pour la véritable, une eau bourbeuse pour celle qui est pure, veillez à ce que la sagesse de Thomas soit puisée à ses propres sources, ou du moins à ces ruisseaux qui, sortis de la source même, coulent encore purs et limpides, au témoignage assuré et unanime des docteurs : de ceux, au contraire, qu'on prétend dérivés de la source, mais qui, en réalité, se sont gonflés d'eaux étrangères et insalubres, écartez avec soin l'esprit de la jeunesse.

Mais Nous savons que tous nos efforts serons vains, si notre commune entreprise, Vénérables Frères, n'est secondée par celui qui s'appelle le *Dieu des sciences* dans les divines Écritures [49], lesquelles nous avertissent également que, *tout bien excellent et tout don parfait vient d'en haut descendant du Père des lumières* [50]. Et encore : *Si quelqu'un a besoin de la sagesse, qu'il la demande à Dieu, lequel donne à tous avec abondance et ne reproche pas ses dons, et elle lui sera donnée* [51]. En cela aussi suivons l'exemple du docteur angélique, qui ne s'adonnait

magistri, a Vobis intelligenter lecti, in discipulorum animos insinuare ; eiusque prae ceteris soliditatem atque excellentiam in perspicuo ponant. Eamdem Academiae a Vobis institutae aut instituendae illustrent ac tueantur, et ad grassantium errorum refutationem adhibeant. — Ne autem supposita pro vera, neu corrupta pro sincera bibatur, providete ut sapientia Thomae ex ipsis eius fontibus hauriatur, aut saltem ex iis rivis, quos ab ipso fonte deductos, adhuc integros et illimes decurrere certa et concors doctorum hominum sententia est : sed ab iis, qui exinde fluxisse dicuntur, re autem alienis et non salubribus aquis creverunt, adolescentium animos arcendos curate.

Probe autem novimus conatus Nostros irritos futuros, nisi communia cepta, Venerabiles Fratres, Ille secundet, qui *Deus scientiarum* in divinis eloquiis [49] appellatur; quibus etiam monemur, *omne datum optimum et omne donum perfectum desursum* esse, *descendens a Patre luminum* [50]. Et rursus : *Si quis indiget sapientia, postulet a Deo ; qui dat omnibus affluenter, et non improperat ; et dabitur ei* [51]. — Igitur hac quoque in re exempla sequamur Doctoris angelici, qui numquam se

[49] *I Reg.* II, 3. — [50] *Iac.* I, 17. — [51] *Ibid.*, v. 5.

jamais à l'étude ou à la composition avant de s'être, par la prière, rendu Dieu propice, et qui avouait avec candeur que tout ce qu'il savait il le devait moins à son étude et à son propre travail qu'à l'illumination divine. Prions donc Dieu tous ensemble, d'un esprit humble et d'un cœur unanime, qu'il répande sur les fils de son Église l'esprit de science et d'intelligence, et qu'il leur ouvre l'intelligence pour comprendre la sagesse. Et, pour obtenir en plus grande abondance les fruits de la divine bonté, faites intervenir auprès de Dieu le puissant patronage de la bienheureuse Vierge Marie, siège de la sagesse; recourez en même temps à l'intercession de saint Joseph, le très pur époux de la Vierge, ainsi qu'à celle des grands apôtres Pierre et Paul, qui renouvelèrent par la vérité la terre infectée de la contagion de l'erreur, et la remplirent des splendeurs de la céleste sagesse.

Enfin, soutenus par l'espoir du secours divin et confiant en votre zèle pastoral, Nous vous donnons à tous, vénérables frères, du fond de notre cœur, ainsi qu'à votre clergé et au peuple commis à votre sollicitude, la bénédiction apostolique, comme un gage des dons célestes et un témoignage de notre particulière bienveillance.

lectioni aut scriptioni dedit, nisi propitiato precibus Deo ; quique candide confessus est, quidquid sciret, non tam se studio aut labore suo sibi peperisse, quam divinitus accepisse : ideoque humili et concordi obsecratione Deum simul omnes exoremus, ut in Ecclesiae filios spiritum scientiae et intellectus emittat, et aperiat eis sensum ad intelligendam sapientiam. Atque ad uberiores percipiendos divinae bonitatis fructus, etiam B. Virginis Mariae, quae *Sedes sapientiae* appellatur, efficacissimum patrocinium apud Deum interponite ; simulque deprecatores adhibete purissimum Virginis Sponsum B. Iosephum, et Petrum ac Paulum Apostolos maximos, qui orbem terrarum, impura errorum lue corruptum, veritate renovarunt, et caelestis sapientiae lumine compleverunt.

Denique divini auxilii spe freti, et pastorali Vestro studio confisi, Apostolicam benedictionem, caelestium munerum auspicem et singularis Nostrae benevolentiae testem, Vobis omnibus, Venerabiles Fratres, universoque Klero et populo singulis commisso, peramanter in Domino impertimur.

Donné à Rome, à Saint-Pierre, le 4 août 1879, la seconde année de Notre pontificat.

LÉON XIII, PAPE.

Datum Romae apud S. Petrum, die 4 Augusti ann. 1879. Pontificatus Nostri anno secundo.

LEO PP. XIII.

Si nous n'écrivions que pour des philosophes, il serait à la fois superflu et présomptueux d'ajouter à ce magnifique document une ligne de commentaire. Nous n'aurions qu'à le faire suivre d'une adhésion entière et sans restriction, et nous passerions immédiatement à l'examen des objections soulevées par la presse irréligieuse. Mais, en développant largement son sujet principal, le pape a daigné dire en passant quelques mots des sciences, et il nous sera permis, dans une revue scientifique, d'insister sur l'utile conseil et sur l'importante déclaration qu'il adresse aux savants.

Le rôle du savant ne se borne pas à l'observation des faits ; « mais, les faits constatés, il doit s'élever plus haut, et s'appliquer avec soin à reconnaître la nature des choses corporelles et à rechercher les lois auxquelles elles obéissent, ainsi que les principes d'où découlent et l'ordre qu'elles ont entre elles, et l'unité dans leur variété, et leur mutuelle affinité dans la diversité. » C'est qu'en dépit des principes positivistes, les phénomènes matériels se rattachent les uns aux autres par les liens de la causalité, qui permettent au savant de les subordonner entre eux, d'en découvrir les lois et de remonter, d'anneau en anneau, toute la chaîne des causes, jusqu'à ce qu'arrivé au terme de ses observations, de ses inductions et de ses raisonnements, il attache enfin son dernier anneau aux causes substantielles qui appartiennent au philosophe. Pour éclai-

rer cette marche longue et difficile vers le domaine philosophique, Léon XIII lui recommande, non pas simplement l'étude de la philosophie chrétienne, mais en particulier l'étude sagement dirigée de la philosophie scolastique, ou, comme il le dit un peu plus loin, de la sagesse de saint Thomas.

C'est sur ce conseil que nous voudrions attirer la sérieuse attention des savants et de tous ceux qui s'appliquent aux théories scientifiques, heureux nous-même d'avoir été préparé à ce genre d'études par la fréquentation assidue des œuvres de saint Thomas. Ce n'est pas là sans doute, quoi qu'en disent certains admirateurs inconsidérés, ce n'est pas là qu'on peut s'initier aux sciences proprement dites. On sait assez que les faits d'expérience et d'observation, base indispensable des théories, étaient au XIIIe siècle à peu près inconnus. Plus tard seulement et peu à peu, l'on commença à recueillir ces fruits dont les philosophes scolastiques avaient jeté les semences, en enseignant dans leur anthropologie, comme Léon XIII nous le rappelle justement, « que l'intelligence humaine a besoin des choses sensibles pour s'élever à la connaissance des êtres incorporels et immatériels, » et en montrant ainsi « la souveraine utilité pour le philosophe de sonder attentivement les secrets de la nature et d'employer un long temps à l'étude assidue des choses physiques. » Mais il n'en est pas moins vrai qu'un esprit éclairé par la métaphysique et la psychologie de saint Thomas, formé à l'analyse, affermi dans l'abstraction et habitué à la consistance par les méthodes de ce vigoureux génie, se trouvera, plus que tout autre, préparé aux théories scientifiques, aiguisé pour la recherche, garanti contre les illusions et parfaitement dressé aux larges vues d'ensemble. C'est ce qui explique comment, malgré la pauvreté scientifique de son époque, on rencontre pourtant dans ses œuvres, comme le pape nous le dit, tant de paroles et d'aperçus dont les savants doivent aujourd'hui reconnaître la justesse. Nous avons eu

nous-même l'occasion d'en relever plusieurs dans les études publiées ici sur l'Aveuglement scientifique, à propos du nombre infini et de la création, de la providence et de la prière.

Ce fut certainement un malheur que l'abandon d'une pareille philosophie ; « ç'a été une témérité de n'avoir continué ni en tous temps, ni en tous lieux, à lui rendre l'honneur qu'elle mérite. » Au lieu de ces « développements fructueux, » dont saint Thomas « avait fourni les germes aux maîtres des âges postérieurs, » au lieu de ces « progrès de la doctrine » que « les richesses des découvertes nouvelles » devaient apporter, « on se prit à philosopher sans aucun égard pour la foi.... les systèmes se multiplièrent outre mesure et des opinions diverses, contradictoires, se firent jour, même sur les objets les plus importants des connaissances humaines. Or, de la multitude des opinions on arrive facilement aux hésitations et au doute, et du doute à l'erreur. » Que de fois nous avons vu, comme preuve vivante de cette parole, l'hésitation, le doute, le supplice de l'incertitude, tourmenter les meilleurs esprits, grâce à des principes sans consistance ! Et si, dans quelques cas, nous avons eu le bonheur d'y mettre un terme, ce fut toujours grâce aux principes que nous avions puisés dans saint Thomas. Sans doute, il nous fallut parfois recourir à ces « développements » que les « découvertes nouvelles » rendent nécessaires, mais souvent aussi il nous suffit de commenter fort simplement les paroles mêmes de ce grand homme. Nous avons vu plus d'un savant distingué s'étonner qu'on lui montrât si clairement, dans la partie philosophique de la Somme, la solution de ses difficultés.

Puisse la parole de Léon XIII révéler à tous les savants le trésor qu'ils négligent, et les amener à consulter pour eux-mêmes, à étudier pratiquement ces volumes auxquels ils n'accordaient peut-être jusqu'ici qu'un simple intérêt historique. Si, en n'y cherchant que la philosophie, ils apprenaient en outre un peu de théologie, le mal ne serait pas

bien grand. En tout cas, ils n'y trouveront rien qui répugne sérieusement aux théories bien établies de la physique moderne, *inter certas ratasque recentioris Physicæ conclusiones et philosophica Scholæ principia nullam veri nominis pugnam existere.* C'est là une importante déclaration, que le pape, sans doute, ne fait pas en son nom, mais dont évidemment il n'est pas loin d'accepter la responsabilité.

Nous croyons qu'il suffit, pour en reconnaître la vérité, d'étudier saint Thomas dans ses propres ouvrages; *sapientia Thomæ ex ipsis ejus fontibus hauriatur*. Les savants feront bien de s'en tenir à cette source ; car si, pour l'éducation des commençants, il peut être nécessaire d'employer des traités plus modernes, si le pape admet qu'on puise aux « ruisseaux qui, sortis de la source même, coulent encore purs et limpides, » il a soin de nous mettre en garde contre les adultérations et les contrefaçons. Les esprits cultivés auxquels nous nous adressons peuvent aisément s'en garantir en puisant toujours à la source même. Ils n'y rencontreront pas, comme dans d'autres docteurs scolastiques, de ces « questions trop subtiles, » de ces « affirmations inconsidérées, » de ces « choses qui ne s'accordent point avec les doctrines éprouvées des âges postérieurs, » et que le pape « n'entend nullement proposer à l'imitation de notre siècle. »

Mais ils n'y trouveront pas non plus les doctrines incohérentes de ce que le *Temps* appelle « une génération habituée à tout mettre en question, » doctrines qui semblent fondées uniquement sur l'identité des contraires, et dont l'informe assemblage porte fièrement le nom de philosophie positive. Quelle apparence, nous le demandons à notre tour, qu'un génie habitué à chercher, à trouver, à sentir et à aimer la vérité, habitué, comme le *Temps* encore le reproche aux docteurs scolastiques, « à opérer algébriquement sur des données abstraites, » c'est-à-dire, à raisonner rigoureusement sur des idées bien nettes, quelle apparence

qu'un tel génie nous attriste et nous révolte en niant l'évidence, en imposant silence au sens intime, en violant tous les droits de la raison pour arriver à conclure contre le sens commun ? Ces exercices contre nature peuvent bien flatter pour un temps ce besoin maladif qui nous fait demander du nouveau, n'en fût-il plus au monde ; ils peuvent procurer un succès fugitif aux plus médiocres novateurs ; mais on finit toujours par s'en lasser, et la nature raisonnable reprend son empire. Aussi, quoi que pense le *Temps* des « besoins intellectuels du dix-neuvième siècle, » nous croyons que ce siècle, ayant comme tous les autres besoin de vérité, d'évidence, de certitude, sera fort heureux de trouver ces trésors, même « dans les écrits d'un moine du treizième. » Pour établir et coordonner logiquement les théorèmes de la géométrie, notre génération ne craint pas de remonter vingt-deux siècles, et d'aller chercher la rigueur dans Euclide. Elle n'a pas crié à l'anachronisme, quand des géomètres autorisés lui ont, dans ces derniers temps, signalé l'impuissance et le décousu des réformes tentées sur ce terrain à la fin du dix-huitième. Si le *magister dixit* lui déplaît, ce doit être pour elle une raison de ne plus admettre sans examen les théories hasardées qu'on lui présente sans démonstration, au nom de ce *magister* irresponsable qu'on appelle « l'esprit moderne. » Il est vraiment plaisant de prétendre que cet esprit moderne est devenu particulièrement « rigoureux, » alors que, dans le seul domaine scientifique, terre classique de la rigueur, il a, en trente ans, introduit plus de thèses arbitraires et contradictoires qu'on n'en avait vu naître et mourir dans les deux siècles précédents. Inutile de les énumérer ici ; cette revue a consacré et consacrera encore bien des pages à les réfuter. Que fait cependant ce puissant et rigoureux esprit ? Un de ses principaux organes avait pris l'engagement de nous « serrer de près. » Nous avons enregistré cet

engagement (1), nous le lui avons rappelé avec insistance (2), mais en vain ; il est évident qu'il a perdu toute confiance dans la rigueur de ses raisonnements, que le héros est devenu prudent et qu'il n'ose plus revenir sur le champ de bataille. Nous avons beau « nous débattre avec la critique historique et les sciences naturelles, » l'esprit moderne, qui avait promis de nous surveiller, a peur d'approcher pour nous donner le coup de grâce. On conçoit aisément que saint Thomas lui fasse encore plus peur. C'est là peut-être ce que le *Temps* voulait dire ; soit, mais ce n'est pas une raison de déclarer que l'encyclique est un anachronisme; au contraire.

On ne peut, après l'avoir lue, lui adresser un pareil reproche. Est-ce donc nécessairement un anachronisme que de s'approprier les travaux des générations disparues? Faut-il, pour être de son temps, mépriser leurs modèles, répudier leurs découvertes et reléguer toutes leurs œuvres dans nos musées ethnographiques ? Notre siècle n'a-t-il donc pas d'ancêtres, ou doit-il renoncer à leur héritage ? Non ; chaque époque, sans doute, a sa physionomie caractéristique ; mais toutes les époques ont droit à un fonds commun, grâce à l'identité de la nature humaine ; et, comme chacune a ses bonnes qualités et ses défauts, le siècle qui passe n'a rien de mieux à faire que de chercher dans le fonds commun des siècles écoulés de quoi perfectionner ses bonnes qualités, de quoi corriger ses défauts. N'est-ce pas ce que le pape nous conseille de faire, quand il nous montre la philosophie des anciens transformée par les Pères de l'Église pour les besoins de la société nouvelle et impérissable fondée par Jésus-Christ? Et quand il nous renvoie à la philosophie scolastique, apogée de cette transformation, est-ce qu'il prétend nous en faire imiter les défauts ? Nous

(1) Voir *Revue des questions scientifiques*, t. III, p. 225 : Une entrée en campagne.

(2) Ibid., t. V, p. 357.

l'avons vu déclarer formellement le contraire. Veut-il d'un autre côté que, par une ridicule horreur du moderne, par un enthousiasme irréfléchi pour le moyen âge, nous renoncions aux bonnes qualités qui nous sont propres, que nous fassions de la philosophie et de la théologie, sans tenir compte de « la critique historique et des sciences naturelles? » Ici encore, il prend la peine de nous dire le contraire : « Nous n'entendons certes pas improuver ces savants ingénieux qui emploient à la culture de la philosophie leurs recherches, leur érudition et les richesses des découvertes nouvelles. Nous comprenons parfaitement que tous ces éléments concourent aux progrès de la doctrine. Mais il faut se garder avec le plus grand soin de faire de ces recherches et de cette érudition le seul ou même le principal objet de son application. On doit en juger de même pour la théologie ; il est bon de lui apporter le secours et la lumière d'une érudition variée ; mais il est absolument nécessaire de la traiter à la manière grave des scolastiques. »

La société chrétienne a été à toutes les époques et elle sera toujours une société moderne ; à ce point de vue comme à tous les autres, elle peut avantageusement se comparer avec ses adversaires. L'esprit irréligieux, que l'on décore fort arbitrairement du nom d'esprit moderne, a-t-il suscité quelque part une association libre, analogue à la Société scientifique de Bruxelles, dont les membres, appartenant à toutes les nationalités mais réunis par une foi commune, consacrent leur argent et leurs études, pour l'honneur et la défense de leur foi, à développer et à vulgariser les progrès de toutes les sciences naturelles? Où trouve-t-on les *Annales* et la *Revue* d'une pareille association? Ce sont les chrétiens qui ont donné l'exemple, parce qu'ils ont su reconnaître un fait absolument moderne, l'importance sociale des théories scientifiques. Il est fort douteux que leurs adversaires essayent de les imiter. Et nos publications, sont-elles les échos impuissants d'un autre

âge? Peut-on citer rien de plus moderne? Notre revue, en particulier, toute consacrée à la haute vulgarisation, est-elle en retard sur un sujet quelconque? Comme elle n'aborde jamais la philosophie que dans le voisinage immédiat des frontières scientifiques, elle est précisément dans le cas de « ces savants ingénieux » qui s'occupent des « progrès de la doctrine, » œuvre excellente, mais qui, au point de vue de la philosophie, ne doit être « ni la seule ni même la principale. » Eh bien! quoique, fidèle à son programme, elle laisse à d'autres ces soins plus importants, la Société scientifique a reçu, cette année même, les plus sympathiques encouragements du saint-siège. C'est le même pape qu'on accuse aujourd'hui d'anachronisme, c'est lui qui, dans une lettre pontificale du 15 janvier 1879 (1), déclarait *opportune* la pensée toute moderne qui nous a réunis, et exhortait nos membres « à poursuivre continuellement de tout l'effort de leur esprit l'objet assigné à la Société, par d'éclatants exemples et par leurs publications. » Nous continuerons à marcher dans cette voie, sûrs de sa haute approbation, et, malgré les tendances rétrogrades et impolitiques que le journaliste prête à Léon XIII, aucun catholique ne songera à lui dénoncer notre conduite pour lui faire sa cour.

Faut-il maintenant examiner cette autre accusation, lancée plus légèrement encore, que « le but de l'encyclique est d'étouffer ce qui pouvait rester de liberté dans l'enseignement religieux » ? Si le pape y définissait un point quelconque de doctrine, laissé jusqu'ici à la libre discussion des théologiens, l'accusation n'en serait pas moins injuste ; puisque tous les théologiens catholiques seraient à l'instant même parfaitement convaincus de la vérité définie, et que la faculté d'enseigner ce qu'on sait être faux

(1) Voir *Revue des questions scientifiques*, t. V, p. 353 : Léon XIII et la Société scientifique de Bruxelles.

n'a jamais été considérée par personne comme un droit de la liberté. On concevrait pourtant qu'un journaliste, mal renseigné sur la doctrine chrétienne en général et sur l'infaillibilité en particulier, pût soupçonner dans une définition dogmatique une atteinte à la liberté. Mais il n'y a pas l'ombre d'une semblable définition dans toute l'encyclique. Y a-t-il du moins quelque phrase trahissant le désir de faire prévaloir telle ou telle opinion philosophique? Pas davantage. C'est donc un procès de tendances que l'on fait à l'auteur de l'encyclique. Et sur quoi le fonde-t-on? Le pape, frappé des maux que cause à la société un enseignement philosophique absolument désordonné, nous signale un remède; il demande qu'on revienne à une étude beaucoup trop négligée aujourd'hui, même dans les écoles catholiques, à l'étude de la philosophie scolastique, et qu'on l'étudie surtout dans le prince de l'École, saint Thomas d'Aquin. Il faut être bien prévenu pour soupçonner là-dessous des intentions tyranniques. Quand un ministre de l'instruction publique impose un programme d'études, impose même tels ou tels auteurs à l'enseignement officiel, porte-t-il nécessairement atteinte à la liberté légitime des professeurs? Non, et le plus souvent on ne songe pas à se plaindre, parce qu'il faut bien après tout que l'autorité fasse de tels réglements. L'exécution seule peut montrer d'ordinaire si cette autorité est paternelle ou despotique. Pourquoi donc faudrait-il reprocher au pape qui conseille et qui recommande, qui se contente de donner une direction générale, ce qu'on ne reproche pas au ministre qui prescrit et précise? Pourquoi, avant toute exécution, crier à la tyrannie, incriminer le but et flétrir les intentions? C'est bien mal connaître l'Église. L'autorité ecclésiastique, précisément parce qu'elle est la plus sûre d'être religieusement obéie, se montre, plus que toute autre, respectueuse de la liberté. L'histoire en fournit à chaque pas des exemples; et, chose remarquable, les plus frappants se trouveraient peut-être au treizième siècle, à l'âge d'or de la phi-

losophie scolastique. Nous renvoyer à ces libres écoles, ce n'est donc pas vouloir « étouffer ce qui peut rester de liberté dans l'enseignement religieux. »

Loin de menacer cette liberté, l'autorité ecclésiastique s'est bien souvent préoccupée de la défendre. On n'a pas oublié la sévère leçon que reçurent, il y a deux ans, les esprits étroits qui, « abusant gravement » de certains documents pontificaux, essayaient d'en extraire une flétrissure pour les systèmes opposés au leur. Nous regrettons que l'écrivain du *Temps*, avant de s'apitoyer sur le peu de liberté qui reste à l'enseignement religieux, n'ait pas lu la célèbre lettre de Mgr Czacki (1). Il y aurait vu, rappelées par ordre de Pie IX, les paroles suivantes de Benoît XIV, données comme instructions aux censeurs des livres : « Beaucoup d'opinions sont regardées comme absolument certaines par une école, un institut ou une nation, et néanmoins, sans aucun détriment de la foi ou de la religion, d'autres catholiques les rejettent, les combattent, et soutiennent des opinions opposées, à la connaissance et avec la permission du siège apostolique, lequel laisse dans son degré de probabilité chacune de ces opinions. » Cette sage tolérance, qui convient si bien à la grande autorité des pontifes romains, n'est d'ailleurs qu'une conséquence des règles que l'Église a toujours observées à l'égard des sciences humaines. Elle leur a toujours reconnu le droit à la liberté, mais non à l'hostilité. On connaît la belle formule du Concile du Vatican : « L'Église ne défend pas aux sciences humaines d'employer, chacune dans son domaine, ses propres principes et sa propre méthode ; mais tout en leur reconnaissant cette juste liberté, elle s'efforce d'empêcher que l'opposition à l'enseignement divin ne leur inocule des erreurs ou que, sorties de leurs frontières, elles ne s'annexent et ne révolutionnent le domaine de la foi (2). » On pourrait pardonner

(1) Voir *Revue des questions scientifiques*, t. II, p. 359.

(2) « Nec sane ipsa vetat, ne hujusmodi disciplinæ in suo quæque ambitu propriis utantur principiis et propria methodo ; sed justam hanc libertatem

au *Temps* d'ignorer les constitutions du Concile du Vatican; mais il est inexcusable de n'avoir pas vu, dans la lettre qu'il critique, la même règle répétée presque dans les mêmes termes : « S'il s'agit de ces points de doctrine que l'intelligence humaine peut saisir par ses forces naturelles, il est juste, sur ces matières, de laisser à la philosophie sa méthode, ses principes et ses arguments, pourvu toutefois qu'elle n'ait jamais l'audace de se soustraire à l'autorité divine. *In iis autem doctrinarum capitibus, quæ percipere humana intelligentia naturaliter potest, æquum plane est, sua methodo, suisque principiis et argumentis uti philosophiam ; non ita tamen, ut auctoritati divinæ sese audacter subtrahere videatur.* »

Nous avons répondu trop sérieusement peut-être aux accusations hasardées de la presse irréligieuse. Mais les bonnes raisons ne sont jamais superflues ; elles sont la défense naturelle des chrétiens, et quand elles n'imposent pas silence aux détracteurs systématiques, elles ramènent du moins les esprits sincères qu'ils ont égarés. Il nous reste à répondre également, non à une accusation ni même à une objection, mais à une question anxieuse qui, depuis la publication de l'encyclique, nous a été plusieurs fois posée par des savants parfaitement soumis et dévoués à l'Église. « N'est-ce pas un avertissement, disaient-ils, et ne serait-il pas prudent d'éviter maintenant certaines questions scientifiques? »

Pour qu'on ne s'étonne pas trop de leur incertitude, ajoutons immédiatement que ces savants étaient tous des laïques , plus habitués à observer les phénomènes et à en perfectionner les théories qu'à interpréter les documents ecclésiastiques. Voici, du reste, comment ils justifiaient l'opportunité de leur question. Les adver-

agnoscens, id sedulo cavet, ne divinæ doctrinæ repugnando errores in se suscipiant, aut fines proprios transgressæ, ea quæ sunt fidei occupent et perturbent. » (*Const. de Fid. cath. C. IV*).

saires de la saine raison ne se trouvent pas exclusivement parmi les ennemis de l'Église ; car enfin il ne suffit pas d'être parfaitement attaché à la foi pour être aussitôt un modèle de bon sens et de modestie. Il y a des catholiques qui, sans avoir jamais étudié sérieusement les sciences, se croient volontiers capables de les réformer. Ces tentatives, il est vrai, sont parfois si ridiculement exagérées qu'elles n'ont pas grand inconvénient, au moins pour les savants ; elles ne gênent personne, et malgré le caractère respectable de leurs auteurs, malgré les grands intérêts de la religion que presque toujours ils prétendent défendre, elles n'obtiennent qu'un succès d'hilarité. Quel autre effet pourrait produire, par exemple, le développement de propositions comme celle-ci : « Le calcul infinitésimal repose tout entier sur une erreur formelle,.... une erreur intrinsèque et, qui pis est, une erreur contraire à la révélation. » Mais il est d'autres réformateurs de la science qui, au lieu d'aller jusqu'à la révélation, se contentent de parler au nom de la philosophie, et qui, au lieu de s'attaquer aux théories métaphysiquement certaines des mathématiques pures, n'en veulent qu'aux théories physiques basées uniquement sur l'expérience et l'induction. Or, parmi ceux-ci, il en est qui se déclarent bruyamment disciples et imitateurs de saint Thomas. On pouvait auparavant les laisser dire tout ce qu'ils voulaient contre les théories universellement reçues par les savants ; leur voix sans autorité se perdait dans l'inattention, on passait sans les voir. Mais aujourd'hui ne vont-ils pas se faire un piédestal de l'encyclique, s'élever au-dessus de la foule et nous obliger, soit à taire les vérités scientifiques qui leur déplaisent, soit à les discuter avec eux ? Or il n'y a souvent pas moyen de leur répondre utilement, parce qu'ils ne comprennent pas les faits les plus essentiels, parce qu'ils semblent même incapables de les comprendre. Et d'un autre côté, pouvons-nous continuer à faire de la science sans nous soucier d'adversaires qui nous objecteront l'encyclique? N'aurions-nous pas l'air de ne tenir au-

cun compte de ce grave document pontifical, et, plutôt que de revêtir une apparence aussi peu catholique, ne vaut-il pas mieux nous interdire certaines questions?

Voilà en résumé ce que plusieurs savants distingués nous ont dit récemment. Voici ce que nous leur avons répondu : J'admets votre fait, mais je refuse votre conclusion. J'admets l'existence de réformateurs incapables et intolérants. Tenez, voici une lettre écrite il y a un an par l'un d'eux pour se désabonner : « Les raisons de mon désabonnement, dit-il, sont *doctrinales*. Je ne puis soutenir une revue qui conserve une attitude hostile aux solutions de la philosophie scolastique. » Voici une autre lettre que m'écrivait, il y a plus de deux ans, un savant astronome, grand ami du Père Secchi. Écoutez ce qu'il dit d'un de ces réformateurs de la science : « C'est un fanatique, qui range le Père Secchi parmi les impies et les hérétiques avec Moleschott, Buchner et Cie. Son ignorance est telle qu'elle nous rend impossible toute discussion scientifique avec lui. » — Du reste, ils n'ont peur de rien. Celui-ci réfute la thermodynamique et, pour bien prouver qu'il s'y connaît, il confond perpétuellement entre eux les mots de force, de vitesse, de mouvement, de force vive, qu'il a trouvés dans un vieux traité élémentaire de mécanique. Cet autre déclare vingt fois sans sourciller que la théorie des atomes et des molécules, théorie exclusivement scientifique et toute moderne, admise universellement dans ses traits généraux par les physiciens, les chimistes et les mathématiciens, est tout à fait contraire aux doctrines de saint Thomas, lequel naturellement n'en a jamais parlé. Loin de connaître les faits nombreux et les démonstrations mathématiques qui établissent cette théorie, il ignore même ce qu'elle prétend, et il la confond toujours avec les ignorantes rêveries d'Épicure. Car il est remarquable que beaucoup de ces singuliers imitateurs de saint Thomas, vrais scolastiques de la décadence, non seulement ne font aucune recherche expérimentale, mais semblent avoir en horreur les publications contemporaines où ils pourraient

s'instruire, et en ces temps où la vulgarisation scientifique est si développée, ne possèdent pas même cette science de pacotille que l'on rencontre aujourd'hui partout. Vous voyez bien que je suis comme vous convaincu de leur existence et que je les apprécie comme vous.

Ce que je ne puis admettre, c'est votre conclusion découragée. Je crois sans doute qu'un savant perdrait son temps à discuter avec eux ; mais, à mon avis, l'attitude silencieuse que vous proposez serait tout à fait contraire aux désirs du souverain pontife. Serait-ce le moyen de « poursuivre continuellement de tout l'effort de votre esprit l'objet assigné à la Société, » comme il le recommandait il y a quelques mois ? Il est évident qu'il attache une grande importance au développement des théories scientifiques, et l'encyclique elle-même nous en a donné des preuves, bien qu'elle n'ait directement en vue que les études philosophiques. Croiriez-vous répondre à ses désirs en abandonnant aux savants irréligieux une portion du terrain que couvrent ces théories, et en semblant justifier, par une timidité déplacée, ce reproche de tyrannie dont vous reconnaissez l'injustice ? Et cela pourquoi ? Parce qu'à la faveur d'une équivoque, certaines médiocrités, inconnues dans la science, se prétendraient chargées par lui de décrier ce qu'elles ne comprennent pas ! Pour donner quelque crédit à leurs déclamations, il faudrait autre chose qu'une équivoque ; mais cette autre chose ne viendra pas. Croyez-vous que le pape accepte comme auxiliaires ceux qui le contredisent en prétendant qu'il y a une véritable opposition entre les principes philosophiques de l'École et la plupart des grandes théories de la physique moderne ? des partisans inconsidérés qui, comme jadis certains admirateurs exaltés de l'architecture gothique, poussent les thèses les plus justes et les plus raisonnables dans le faux et le ridicule par l'exagération ? N'est-ce pas précisément pour eux que, en parlant des services que la scolastique peut rendre aux sciences, il a ajouté cette sage restriction : *si sapienti ratione tradatur*, pourvu qu'on

la traite avec sagesse? Soyez certains que le pape Léon XIII les connaît aussi bien que vous, et sûrs de toute son approbation, continuez, comme par le passé, sans vous soucier de leurs impuissantes prétentions, à défendre la vérité sur tous les points du domaine scientifique où elle est attaquée par les ennemis de l'Église.

Au lieu de restreindre notre champ, l'encyclique vient en réalité de l'élargir. Sans altérer notre programme, sans ajouter la philosophie aux matières que nous devons traiter *ex professo*, elle nous a montré « combien la philosophie scolastique, sagement exposée, doit apporter de force, de lumière et de ressources » pour le développement des théories scientifiques. Cette parole aura évidemment un grand retentissement parmi nous comme dans le monde entier. Elle ne sera pas stérile. Plus d'un savant, fortifié par l'étude sérieuse que le pape lui conseille aujourd'hui, abordera désormais avec plus de fermeté la région difficile des théories, et par de « nouvelles découvertes » contribuera utilement aux « progrès de la doctrine. » Remercions donc l'initiateur de ce grand mouvement, suivons la direction qu'il nous marque, et prouvons lui, par un redoublement d'énergie, que nous savons comprendre sa pensée et nous associer à ses desseins.

I. Carbonnelle S. J.

L'ANTHROPOLOGIE

Il y a longtemps que les naturalistes s'occupent de l'homme. Les anciens, Hippocrate, Aristote, Pline, Galien avaient essayé déjà des descriptions de groupes ethniques et les affinités anatomiques de l'homme ne leur avaient point échappé. Mais il faut arriver à Linnée et à Buffon, pour trouver les premiers travaux vraiment scientifiques et les premiers essais de classification méthodique concernant les races humaines. A partir de ce moment les recherches se multiplient. Daubenton, Blumenbach, Camper, Sœmmering, White, ouvrent la voie ; et jusqu'à notre temps l'étude physique de l'homme ne cessa pas d'attirer des savants éminents : Sandfort, Morton, Tiedmann, Retzius, Von Baer, Wagner, Lucæ, Serres, etc.

Dès le commencement de ce siècle, des sociétés fondées à Paris et à Londres s'étaient occupées d'ethnographie. Une chaire d'anthropologie avait été créée au Museum d'histoire naturelle de Paris en 1838. Mais l'anthropologie ne formait point encore une science bien définie. Elle n'avait ni programme, ni méthode. C'est à la société d'anthropologie de Paris, créée en 1859 par un petit groupe

de naturalistes au nombre desquels étaient MM. de Quatrefages, Broca, Gratiolet, Robin, Béchard, etc., que revient l'honneur d'avoir pour la première fois centralisé les travaux relatifs à l'histoire naturelle de l'homme, dans le but de leur imprimer une direction méthodique.

On ne tarda pas à suivre, à l'étranger, l'exemple des savants français. Bientôt des sociétés d'anthropologie furent successivement fondées à Londres (1863), à New-York, à Saint-Pétersbourg et à Moscou (1865) à Manchester (1866), à Florence (1868), à Berlin (1869), à Vienne (1870), puis à Stockholm, à Tiflis et à Madrid (1874).

L'anthropologie est donc en définitive une science toute nouvelle. Mais à peine constituée, le bruit et la renommée ne lui ont pas manqué. A la différence des honnêtes filles, elle a fait beaucoup parler d'elle dès sa tendre jeunesse. Cela n'est pas surprenant. Plus qu'aucune autre science, elle devait forcément se trouver mêlée au conflit qui, sous l'influence des idées philosophiques, divise de nos jours les naturalistes en deux écoles : l'une positive, prudente, procédant par déductions, exigeante en matière de preuves, étroitement attachée aux faits, progressant lentement mais sûrement ; l'autre entreprenante, audacieuse, dépassant la portée des faits par d'ingénieuses inductions et scrutant la nature avec le désir d'y trouver la confirmation de ses théories. L'une rigoureuse dans sa méthode, orthodoxe dans ses conclusions ; l'autre indépendante aussi bien en logique qu'en philosophie. La première procède de Linnée, de Buffon, de Cuvier. La seconde fait remonter sa filiation à Lamarck et s'abrite aujourd'hui sous les noms de Darwin et d'Hæckel.

L'introduction des idées de Darwin en anthropologie a eu pour résultat de mêler cette science à toutes les questions philosophiques les plus actuelles et de lui faire une bruyante notoriété. Les adeptes de cette école, déclarant faire de la science révolutionnaire, ont tendu la main, sur le terrain de la politique, à tous ceux qui rêvent de recon-

struire scientifiquement, sur les ruines du vieux monde, une société nouvelle, régie par d'autres lois sociales, morales et philosophiques.

Leurs services ont été acceptés et, par un échange de bons procédés, savants et politiciens se font réciproquement une réclame tapageuse, à laquelle le public se laisse prendre assez volontiers, incapable qu'il est le plus souvent de démêler, au milieu de tout cela, la part de la science et celle des affaires.

Bon nombre d'hommes prennent donc pour argent comptant le boniment que l'on débite pour la galerie. D'autres se scandalisent et jettent l'anathème à la science. Les documents nouveaux et pleins de surprises, recueillis en grand nombre depuis quelques années, surtout dans le domaine de l'anthropologie archéologique, ont eu pour résultat d'encourager ces deux tendances également regrettables.

Si quelques esprits troublés fuient avec effroi l'étude de l'anthropologie, persuadés qu'elle contient en germe toute une révolution dans les idées que l'on s'est faites jusqu'à présent de l'homme, de sa nature, de son origine et de ses fins dernières, qu'ils se rassurent.

Quand on a exprimé de la science nouvelle tout ce qui s'y trouve contenu ; quand on a mis à part les hypothèses injustifiables et les conceptions erronées, pour ne garder que les vérités acquises et démontrées, on s'aperçoit que la connaissance philosophique de l'homme n'a pas fait un pas. L'homme reste ce qu'il était ; c'est-à-dire une grande énigme, un problème impossible à résoudre entièrement par les procédés purement scientifiques et dont la foi seule peut nous donner une explication complète.

Mais le champ de l'étude n'en demeure pas moins très vaste, et les résultats auxquels peut légitimement prétendre l'anthropologie sont bien de nature à intéresser les esprits chercheurs.

Quelle est la place de l'homme dans la création ; par

quels caractères rentre-t-il dans le plan général des êtres; quelles sont ses affinités avec les créatures inférieures et comment s'en distingue-t-il ; en quoi consistent les variétés nombreuses que présentent les races humaines ; quelle en est l'origine ; comment ces races ont-elles commencé et comment leurs mélanges se sont-ils accomplis ; comment se sont-elles répandues à la surface du globe ; quelles ont été les phases successives de leurs longues odyssées, de leurs progrès industriels, de leurs évolutions sociales ; et enfin quels enseignements pratiques est-il possible d'en tirer pour l'avenir de l'humanité, pour le développement de la prospérité des nations, pour la colonisation, le mélange et la fusion des races, le perfectionnement de l'espèce? Telles sont les questions nombreuses sur lesquelles l'anthropologie est appelée à donner ses conclusions.

En résumé son objet est l'étude de l'homme et des races humaines, traitée monographiquement, suivant les procédés employés par les naturalistes pour les espèces zoologiques.

Par la méthode qu'elle s'est tracée elle rentre de plein droit dans le cadre des sciences naturelles.

I

Laissant de côté l'homme considéré comme individu, dont l'étude appartient plus particulièrement à la médecine, l'anthropologie ne s'occupe que des caractères généraux du groupe humain, physiques, physiologiques et moraux; mais elle embrasse forcément l'homme tout entier, aussi bien dans ses organes matériels que dans ses manifestations psychiques. La méthode naturelle veut qu'il en soit ainsi. En matière de classification on ne peut donner la prééminence à certains caractères en négligeant les autres, sans s'exposer à des conclusions arbitraires et sans aboutir in-

failliblement à une classification artificielle et inexacte. L'homme ne peut prétendre soulever quelques-uns des voiles du plan providentiel de la création, qu'à la condition de lire sans idées préconçues le grand livre de Dieu, tel qu'il est écrit, et de se laisser guider docilement par les faits. C'est grâce à cette conception parfaitement rationnelle, mais très moderne, que les sciences d'observation ont réalisé, de nos jours, leurs magnifiques conquêtes dans le champ de la vérité.

Étudier l'homme tout entier et tel qu'il est, n'est point une petite entreprise. Cela embrasse à peu près toutes les sciences humaines. L'anatomie et la zoologie sont indispensables d'abord pour élucider les rapports et les différences physiques de l'homme et des animaux. La distribution des races humaines et l'influence des milieux et des climats sur l'homme, s'expliquent par l'étude de la géographie et de la climatologie. C'est grâce au concours de l'ethnographie que l'on connaîtra les mœurs, l'industrie, la religion, le développement social et moral des peuples. L'histoire, interrogée à toutes ses sources, fera revivre les vieilles sociétés humaines du passé, avec leurs coutumes, leurs arts, leurs littératures et, en même temps, elle déroulera le tableau changeant de leurs révolutions politiques, de leurs luttes ou de leurs migrations. La linguistique viendra à son tour rétablir ou vérifier certains liens obscurs de filiation; et enfin l'archéologie, s'appuyant elle-même sur la géologie et la paléontologie, apportera de précieux documents sur des populations dont l'histoire n'est pas venue jusqu'à nous et dont l'étude est aussi nécessaire que celle des races historiques qui en dérivent par voie de filiation ou autrement. Ce n'est pas tout encore ; on ne peut aborder l'étude de l'homme moral sans invoquer le secours de la philosophie et de la psychologie ; et enfin la théologie elle-même devra intervenir aussi, pour donner l'interprétation de bien des phénomènes psychiques qui, sans elle, resteraient inexpliqués.

Telles sont les alliées nombreuses dont ne peut se passer l'étude de l'homme. Jusqu'à présent l'anthropologie anatomique ou zoologique a eu, au moins en France, à peu près tous les honneurs. C'est une des bases essentielles de la science. Dans un grand nombre de cas, où l'on ne peut expérimenter directement sur l'homme, il faut se renseigner par l'étude des animaux, et poser par conséquent en principe que l'homme ne fait pas exception aux lois générales de la vie. En anthropologie, toute solution, pour être bonne, a dit M. de Quatrefages, doit ramener l'homme, pour tout ce qui n'est pas exclusivement humain, aux lois générales reconnues chez les autres êtres organisés et vivants.

Quoi qu'il en soit de cette vérité, que personne ne contestera, on ne peut se méprendre sur les tendances qui ont entraîné une école nombreuse vers l'étude comparée de l'homme et des animaux, et en particulier des singes anthropomorphes. A coup sûr on ne cherchait point les différences qui les séparent. Le soin qu'on a pris à mettre en relief tous leurs traits de ressemblance le prouve surabondamment. A quels résultats cette longue enquête a-t-elle conduit? A montrer, ce dont on se doutait depuis bien longtemps, que l'homme, au point de vue physique, physiologique et pathologique, offre des analogies incontestables avec les mammifères en général, avec les singes en particulier et surtout, parmi ces derniers, avec les singes anthropomorphes. Cela prouve, en d'autres termes, que le type physique humain a été conçu suivant la logique d'un plan général commun à toute la classe des mammifères.

Est-il permis, sans plus ample informé, de pousser l'induction plus loin? Et, par exemple, est-on autorisé à qualifier de *simiens* les caractères communs au singe et à l'homme, comme pour préjuger d'une même origine, parenté ou filiation directe? L'analogie prouve la filiation, disent les transformistes. Il y a bien quelques lacunes dans la généalogie humaine; mais l'induction, qui est le procédé inventif par excellence, permet de les combler et de re-

nouer les deux tronçons de la chaîne brisée. C'est d'ailleurs le seul moyen d'échapper au *créationisme*, — le mot a été imaginé par eux, — que nous ne voulons pas admettre.

Nous n'acceptons pas la valeur logique de votre raisonnement, leur est-il répondu. Fournissez-nous des faits et nous croirons. Mais nous voulons des faits et non des hypothèses. Si les analogies sont incontestables entre l'homme et les animaux anthropoïdes, les différences ne sont pas moins réelles. Pour ne parler d'abord que des caractères physiques, l'homme seul a la station constamment verticale. Chez lui, le volume du cerveau comparé à la masse totale du corps est trois fois plus considérable que chez les anthropoïdes et la richesse de ses circonvolutions annonce une organisation beaucoup plus parfaite. M. Pruner-bey a démontré que le développement organique s'effectue en ordre inverse chez l'homme et chez le singe. Huxley, dont le témoignage n'est pas suspect, n'a-t-il pas déclaré lui-même que chaque os de gorille portait une empreinte par laquelle on peut le distinguer de l'os humain correspondant et que, dans la création actuelle tout au moins, aucun être intermédiaire ne comble la brèche qui sépare l'homme du troglodyte ?

A toutes ces raisons les partisans de l'origine simienne ne veulent rien entendre ; et puis d'ailleurs le merveilleux secours de leur méthode, qu'on pourrait appeler la méthode de l'*appel à l'inconnu*, ne leur permet-il pas de combler la brèche en question avec toutes les formes présumées perdues que leur imagination est habile à restituer ?

Ce ne sont pas là des procédés scientifiques, et M. de Quatrefages en a trop bien fait justice en mainte occasion, pour que nous nous y arrêtions longtemps.

En résumé, sans contester les faits acquis, sans méconnaître le très grand intérêt des études comparées dont nous venons de parler il est impossible à un esprit non prévenu et disposé à ne pas se contenter d'à peu près et de probabilités, d'admettre, sur ce chef, les conclusions de l'école

transformiste. Mais il n'est pas moins vrai que des savants distingués acceptent avec une incroyable facilité ces apparences trompeuses. Cela tient sans doute à un certain état psychologique antérieur, à une sorte de fascination exercée sur leur esprit par la doctrine darwinienne. La conviction a précédé chez eux la démonstration.

Ils voient du singe partout. « Dans les premières années, disait l'un d'eux au dernier congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, on ne distingue pour ainsi dire pas nos enfants des orang-outangs. » Il n'y avait sans doute pas de mère présente, car elle aurait trouvé dans son cœur une réfutation énergique de cette outrageante affirmation. Le même orateur continuait ainsi : « La peau d'une tête humaine sans crâne et raccornie, telle que nous la présentent les momies des Indiens Macas, reproduit entièrement la physionomie du singe. » Pourquoi s'arrêter en si beau chemin ? La démonstration eût été bien plus complète si l'orateur, présentant à ses collègues un miroir concave ou convexe, les eût engagés à s'y regarder en faisant quelques grimaces de la bouche ou des yeux. Et pourquoi pas ? Face grimaçante ou peau raccornie de vieille momie, les deux arguments se valent, et nos lecteurs s'étonneront sans doute que d'aussi graves questions soient traitées avec ce laisser aller ultra-fantaisiste dans une assemblée de savants.

C'est bien une autre affaire quand on aborde l'étude des caractères mentaux du groupe humain. L'école transformiste, dont la conviction est établie en dehors de toute considération de cette nature, dédaigne de serrer la question de trop près et se contente de plaider les paradoxes les plus risqués.

Voici quelques exemples de ce mode d'argumentation que nous empruntons à un traité didactique d'anthropologie, récemment publié en France :

« L'homme ne se distingue en rien des animaux sous le rapport de la famille. Il est monogame ou polygame, et la

femme polyandre comme chez eux. Le gorille et le chimpanzé sont monogames, très soucieux de la fidélité de leurs épouses et attentionnés pour elles. L'homme s'unit comme eux sans scrupules à ses proches. Il donne ses soins et son amour à ses petits au delà de la lactation et jusqu'à ce qu'ils puissent se suffire. S'il prolonge ce temps en leur faveur au delà de la puberté, c'est par suite d'habitudes sociales.... L'amour maternel, avec tous ses traits de dévouement aveugle, existe ou fait défaut de part et d'autre, sans qu'il y ait aucune différence à signaler.... L'une des caractéristiques de l'homme, a-t-on dit, est la religiosité, c'est-à-dire la faculté de croire à quelque chose au-dessus de la connaissance humaine... Ne vaudrait-il pas mieux la définir, une impulsion intérieure qui pousse à individualiser l'inconnu et à en faire l'objet d'une adoration ?... Quoi qu'il en soit, beaucoup d'individus, parmi les plus civilisés, n'ont ni la peur, ni l'admiration ni la reconnaissance, ces trois mobiles des conceptions religieuses.... En cela l'homme est inférieur au chien, qui conserve un dévouement, un attachement sans bornes pour la main qui lui apporte son pain quotidien, pour le maître qui joue à son égard le rôle d'un dieu. Assurément cet animal croit à quelque chose au-dessus de lui.... L'homme seul aurait la notion du devoir, une morale. Est-ce certain ? Et de quelle morale d'abord veut-on parler, de celle des petits ou de celle des grands, de la morale des lois ou de la morale naturelle ?.... »

Nous ne discuterons pas avec l'auteur de ce morceau. Les sentiments qu'il professe sur l'institution de la famille, son mépris pour la femelle de l'homme, sa partialité pour les charmantes épouses de messieurs les chimpanzés, ses idées sur l'amour maternel sont le renversement si complet de toutes les opinions — ou de tous les préjugés, comme il lui plaira, — ayant cours dans l'espèce humaine, qu'il y a entre nous une distance ou plutôt un abîme que nos arguments ne pourraient pas franchir. C'est, tout au plus si, avec lui, nous accorderions au chien la supériorité sur le

libre penseur dont l'intelligence s'est affranchie des sentiments d'admiration et de reconnaissance ; et nous avons encore la faiblesse de croire que le monde moral est régi par des lois aussi immuables que celles de l'attraction dans le monde physique.

Nos lecteurs connaissent depuis longtemps ce mode d'argumentation. C'est, sous une forme plus violente et dépouillée des petits artifices qui rendent parfois le sophisme séduisant, le procédé de Darwin et de ses disciples, pour prouver que toutes les facultés de l'homme, y compris l'intelligence et le langage, la religiosité et la moralité, se trouvent à l'état rudimentaire chez les animaux ; qu'en un mot, nos facultés psychiques et mentales sont identiques dans leur essence et supérieures seulement dans leur développement à celles de même ordre observées chez les animaux.

Par ce procédé qui se prête merveilleusement à tous les besoins d'une discussion, on n'aurait pas de peine à établir, en s'autorisant de la *Gazette des tribunaux*, que les Parisiens du XIXe siècle vivent comme des sauvages, ne connaissent aucune loi morale ou religieuse, s'entretuent les uns les autres et pratiquent la plus honteuse promiscuité.

On démontre de cette manière qu'il existe depuis les lémuriens, type inférieur des singes, jusqu'à l'homme, une gradation insensible en passant successivement par les cébiens, les pithéciens et les anthropoïdes. Le groupe humain ne forme plus qu'une famille en tête de l'ordre des primates, le plus élevé dans l'ordre des mammifères. Les chefs de cette école protestent d'ailleurs contre la pensée de vouloir abaisser l'homme et font remarquer complaisamment qu'en définitive ils lui laissent la première et la plus belle place en tête de ses congénères.

Certes nous ne ferons point aux anthropologistes de l'école transformiste et matérialiste, l'injure de prétendre qu'ils ignorent la valeur logique de leurs arguments, encore moins de suspecter leur sincérité. Ils agissent au contraire en gens convaincus, pour qui la fin justifie les moyens. Ils

ont la foi dans la doctrine du maître et, convertisseurs ardents, ils acceptent tous les arguments qui leur paraissent de nature à faire impression sur le public, sans en excepter au besoin le sophisme et le paradoxe. Qu'il nous soit du moins permis d'exprimer le regret de voir des savants de haute valeur, dont nous sommes les premiers à admirer les travaux spéciaux, se compromettre ainsi dans la recherche d'une vaine popularité et dans les entraînements d'une vulgarisation prématurée. Les échos qui s'élèvent vers eux des régions populaires hantées par les passions anti-sociales et anti-chrétiennes, leur font illusion sur leurs trop faciles succès.

C'est vers le camp opposé que doivent se tourner les esprits avides de certitude et de clarté. Là ils trouveront des savants modestes, mais d'une valeur éprouvée, fidèles aux grandes traditions classiques, à la logique et au bon sens, fermant l'oreille aux passions du jour, aux bruits de la rue et n'ayant qu'un objectif, le vrai. Nous saluons au premier rang de ce petit groupe un maître éminent, M. de Quatrefages, savant à grandes vues, écrivain distingué, vulgarisateur habile, d'une loyauté et d'une courtoisie que ses adversaires se plaisent à reconnaître ; il est à peu près le seul et le dernier défenseur, en France, de la dignité humaine dans le champ de l'anthropologie. Le groupe humain se présente à ses yeux avec des caractères d'un ordre supérieur qui distinguent l'homme de l'animal, comme les phénomènes de l'activité mentale distinguent l'animal du végétal. A ce titre il possède les attributs d'un règne, du règne humain, que M. de Quatrefages n'hésite pas à proclamer en s'appuyant de l'autorité de Linnée, de Buffon, de Cuvier, de Humboldt, de Geoffroy Saint-Hilaire.

Les lecteurs de la *Revue* connaissent déjà l'argumentation de l'illustre professeur du Jardin des plantes. Le R. P. Van Tricht en a rendu compte (1). Aussi nous borne-

(1) Octobre 1877, p. 635 et suiv.

rons-nous à en rappeler les traits essentiels. Étudiant l'un après l'autre les phénomènes de l'activité mentale, M. de Quatrefages accorde à ses adversaires que, dans un grand nombre de cas, les facultés éminentes de l'homme existent à l'état rudimentaire chez l'animal. L'animal, dit-il, juge, raisonne. Il a son caractère propre. Il n'est pas, dans une certaine mesure, dépourvu de la parole. Mais « l'homme seul a la notion du bien et du mal moral, indépendamment de tout bien-être ou de toute souffrance physique. L'homme seul croit à des êtres supérieurs pouvant influencer sa destinée ; seul enfin, il croit à la prolongation de son existence après cette vie. » M. de Quatrefages rapporte ces divers phénomènes physiques à deux facultés qu'il appelle la religiosité et la moralité.

Le R. P. Van Tricht a déjà fait, à cette place, quelques réserves auxquelles nous nous associons. Nous pensons que M. de Quatrefages a concédé une part trop large à ses adversaires en accordant aux animaux le bénéfice d'une intelligence rudimentaire ne différant de celle de l'homme qu'en degré et non en nature. Il y a lieu, en effet, de distinguer entre l'intelligence qui est la faculté « de connaître l'essence abstraite des choses et les rapports qui les unissent » faculté essentiellement humaine, et les phénomènes mentaux tels que la perception des objets concrets, qui sont du ressort des facultés sensibles, les seules que paraissent réellement posséder les animaux. Il y a bien là la différence essentielle qui justifie la création d'un règne humain. On pourrait en dire autant de la parole articulée qui n'offre qu'une analogie trompeuse avec ce qu'on appelle par euphémisme le langage des animaux. De l'une à l'autre il y a toute la distance qui sépare les intelligences d'où procèdent ces fonctions.

Quoi qu'il en soit, les manifestations religieuses forment bien réellement la ligne de séparation la plus remarquable et la plus certaine entre l'homme et la bête. On s'est efforcé, il est vrai, de démontrer que l'animal n'est dépourvu ni de

religiosité, ni de moralité. Le chien, a-t-on dit, considère son maître comme un dieu. C'est ce qu'il faudrait prouver et, comme en définitive les arguments sérieux font défaut, on s'est retranché derrière une autre objection. La religiosité et la moralité ne seraient pas des caractères généraux du groupe humain. La question revient à celle-ci : Y-a-t-il des peuples privés de toute notion même rudimentaire de religion et de morale?

Le débat s'est trouvé à plusieurs reprises porté devant la Société d'anthropologie de Paris. Il a donné lieu aux discussions les plus désordonnées et les moins concluantes. Il a été impossible de s'entendre sur les définitions. Pour les uns la religiosité, c'est la superstition ; pour les autres, c'est un mode de conception de l'univers ; pour d'autres, c'est la crainte de l'inconnu. Pour ceux-ci, le chien de Darwin, aboyant à un parapluie secoué par le vent, faisait acte de religiosité.

Quant au caractère de moralité, on l'a récusé sous prétexte qu'il n'y a pas de morale universelle et que les prétendus phénomènes de moralité sont trop variables suivant les lieux, les temps et les races, pour être pris comme caractères généraux du groupe humain. Les faits contredisent hautement cette assertion. Que ceux qui ne croient pas à l'universalité des lois morales relisent les beaux travaux de M. Le Play et de son école sur les principes moraux nécessaires à la prospérité des sociétés humaines, si constants partout dans leur expression, si conformes dans leurs traits essentiels au Décalogue du Sinaï.

Toutes les fois que des naturalistes aborderont sans préparation des questions sur lesquelles ils n'ont ni compétence spéciale, ni doctrine précise, la discussion sera fatalement stérile, et elle ira s'égarer dans les banalités. Une société d'anthropologie devrait avoir ses théologiens et ses philosophes, tout comme elle a ses anatomistes et ses archéologues.

Pour répondre à l'une des objections formulées plus

haut, M. de Quatrefages a fait une enquête d'où il ressort manifestement que l'athéisme n'existe parmi les hommes qu'à l'état erratique ou d'opinion philosophique, et qu'il n'y a pas de sociétés athées. Il est permis, nous semble-t-il, d'aller plus loin et de préciser davantage.

Les phénomènes de la vie surnaturelle correspondent à des états psychiques qui rentrent dans le domaine de l'observation et de l'expérience. Pourquoi ne les aborderait-on pas franchement en anthropologie?

La religiosité pourrait se définir, en s'inspirant des dogmes chrétiens, la perception plus ou moins nette par l'homme d'un être supérieur, souverain maître et créateur de toutes choses, la communion de l'homme avec Dieu. Elle se manifeste par des phénomènes variables, mais dont le principe psychique est indépendant de l'état de culture intellectuelle des individus ou du degré de civilisation des milieux sociaux. Ces phénomènes se produisent avec les mêmes caractères chez le savant ou chez l'ignorant; mais ils sont le résultat d'un acte volontaire, et peuvent faire tout à fait défaut. Tout se passe comme s'ils relevaient d'une faculté spéciale, que j'appellerai, avec un éminent écrivain catholique, le *sens divin*. L'étude de cette faculté n'est point du ressort des sciences naturelles, mais les phénomènes qui la révèlent ne peuvent être ni méconnus, ni éliminés systématiquement. Le *sens divin*, telle serait donc la véritable caractéristique de l'homme. Il lui ouvre des horizons immenses, inaccessibles aux autres créatures terrestres, ce qui justifie l'institution et le maintien du règne humain.

II

Les agglomérations politiques que l'on désigne sous le nom de peuples, ne forment, au point de vue anthropologique, que des groupes tout à fait artificiels, dont l'étude est du domaine de l'ethnographie. Une branche particu-

lière de l'anthropologie désignée par le Dr Broca sous le nom d'ethnologie, s'est donné pour mission spéciale de décomposer ces unités factices, de rechercher leurs éléments primitifs, c'est-à-dire les races naturelles qui entrent dans leur composition.

Cette analyse est l'opération préliminaire qui doit conduire à une classification méthodique.

L'étude et la comparaison des races reposent sur les caractères physiques, physiologiques et moraux qui les différencient. Ces caractères demandent à être observés, soit sur le vivant, soit sur le squelette.

Au point de vue physique la conformation du crâne a une importance reconnue, à cause de ses rapports avec le cerveau et l'intelligence. Le crâne est réputé la partie la plus noble de l'individu. A ce titre, il attire plus volontiers l'attention des collectionneurs et des observateurs. La craniologie forme donc une des branches les plus développées de l'anthropologie.

Deux méthodes se présentent pour l'étude du crâne. L'une simplement descriptive est la plus ancienne. Blumenbach en est le père. Il décrivait un crâne suivant ce qu'il appelait la *norma verticalis*, c'est-à-dire, vu d'en haut et reposant sur sa base. Peu à peu le procédé se perfectionna. Camper y ajouta la vue de profil ; Owen la vue d'en bas. Pritchard réunit les trois méthodes et classa les types craniens en trois catégories : crânes ovales ; crânes pyramidaux et crânes prognathes. On doit à Retzius la classification en brachycéphales et en dolichocéphales, c'est-à-dire en crânes ronds et en crânes allongés. Ces dénominations sont restées. La vue d'arrière, adoptée depuis, compléta le procédé descriptif.

Les appréciations au simple coup d'œil ont un caractère trop personnel. A défaut de bases fixes, ce n'est plus qu'une affaire de sentiment et l'on voit se produire, entre différents observateurs, des écarts considérables. Cette méthode est donc défectueuse.

Aussi lui a-t-on substitué ce qu'on appelle la méthode des mensurations ou craniométrie, dont l'avantage est de permettre de comparer les observations, de calculer des moyennes, d'atténuer par conséquent, dans un groupe donné, l'influence des particularités individuelles et d'établir ainsi des types moyens qui deviennent la caractéristique des races.

L'expérience a démontré qu'une série d'une vingtaine de crânes de même sexe est nécessaire pour le calcul des moyennes. Cinquante crânes des deux sexes permettent de déterminer avec toute la précision désirable le type d'une population. D'après le Dr Broca, un des créateurs de la méthode craniométrique, un nombre plus élevé n'ajouterait que fort peu à la certitude du résultat.

Les mensurations craniennes sont fournies par des lignes droites ou courbes, par des angles et par des jaugeages. Elles sont exprimées en chiffres et converties en moyennes par les procédés ordinaires du calcul. Ces mensurations ne sont pas toutes également utiles pour le but qu'on se propose, c'est-à-dire pour la détermination des traits saillants d'un type. L'anthropologiste devra s'inspirer dans son choix de la subordination et de la corrélation des caractères, de leurs rapports réciproques et de leur influence sur la structure générale du crâne.

Le rapport du crâne à la face est un caractère important, soit pour l'étude des races, soit pour la comparaison de l'homme et des animaux. Leur développement est en raison inverse. Chez l'homme, le crâne est plus volumineux et repose au-dessus de la face. Chez les quadrupèdes, il est rejeté en arrière et diminue de volume. Ce rapport est fourni par ce qu'on appelle l'angle facial. Camper déterminait cet angle par deux lignes : l'une horizontale, tracée un peu arbitrairement, en passant par le trou auditif et le bord des narines; l'autre dite faciale, tangente aux points les plus saillants du visage, le front et la face antérieure des incisives. Cette mesure a été régularisée au moyen de repères plus précis.

L'angle facial n'est pas le seul dont on ait à tirer d'utiles renseignements. Il y a encore l'angle de Daubenton par exemple, qui donne la position du trou occipital ; les angles occipital et basilaire du Dr Broca ; l'angle pariétal imaginé par M. de Quatrefages, etc.

Pour comparer entre elles certaines parties homologues dans une ou plusieurs séries de crânes, on les représente par ce qu'on appelle leur indice. Un indice est le rapport des deux dimensions, longueur et largeur, d'une région déterminée. Ainsi le rapport des diamètres antéro-postérieur et transverse d'un crâne est l'indice céphalique de ce crâne. C'est une des mesures les plus importantes. Elle détermine en effet la forme générale du crâne. On calcule, d'après le même principe, l'indice orbitaire et l'indice nasal dont M. le Dr Broca a démontré la valeur anthropologique.

Les mensurations peuvent être prises directement, comme il vient d'être dit, ou à l'aide de dessins par projections orthogonales. Ces dessins s'obtiennent pour ainsi dire mécaniquement et avec une précision absolue, à l'aide d'instruments spéciaux, construits à cet effet, dont les plus connus en France sont le diagraphe de Gavart, le craniographe et le stéréographe du Dr Broca.

Les crânes dont on dispose pour l'étude, forment déjà de magnifiques séries dans nos grandes collections. Les os du squelette y sont plus rares. L'étude comparée du squelette est donc moins avancée et n'a guère porté que sur quelques particularités offrant un intérêt spécial. Quant à l'anatomie comparée des différentes races, elle est à peu près entièrement à faire.

La méthode des mensurations s'applique également aux observations sur le vivant. Mais certains caractères tels que la coloration des cheveux, des yeux ou de la peau, demandent à être traités autrement. Ils sont purement descriptifs et, pour éviter les écarts qui résulteraient des appréciations individuelles des observateurs, les sociétés anthropologiques ont publié des tableaux chromatiques, destinés à fournir des termes de comparaison.

On préfère souvent à la méthode des moyennes lorsqu'il s'agit d'études sur le vivant, la méthode dite de sériation, qui consiste à disposer en série les données individuelles et à voir comment elles se répartissent. Quand la série n'est pas régulière, on interprète comme des signes de métissage les groupements particuliers qui s'y produisent. Chacun de ces groupes correspondrait aux éléments divers qui entrent, à titre de croisement, dans la composition de la race étudiée.

Il est facile de concevoir que des procédés différents dans la manière de recueillir les observations dont il vient d'être question, rendraient toute comparaison impossible entre des travaux d'origine diverse. L'uniformité des méthodes s'imposait donc comme une condition essentielle du progrès des études, et c'est pour y arriver que les sociétés d'anthropologie ont publié des instructions à l'usage des observateurs (1). Le congrès anthropologique qui s'est tenu à Paris en 1878 à l'occasion de l'Exposition universelle, s'est préoccupé de cette importante question. La nécessité d'une méthode anthropologique internationale a été reconnue en principe, et, sur la proposition de M. le Dr Topinard, une commission internationale a été chargée d'en jeter les bases.

Grâce à la direction uniforme imprimée à ces études, on possède maintenant de nombreuses séries de mensurations. Peut-être même en a-t-on abusé. Une partie de ces matériaux sera probablement abandonnée comme inutile. En revanche, on a négligé d'autres caractères qui ont leur importance. Il faudra nécessairement y revenir et les faire entrer en ligne de compte, ce qui pourra modifier des conclusions trop hâtives. De plus, on a opéré souvent

(1) On doit au Dr Broca, qui depuis trente ans a attaché son nom à tous les progrès de l'anthropologie anatomique en France, les instructions publiées par la Société d'anthropologie de Paris. Nous lui avons fait plus d'un emprunt ainsi qu'au livre l'*Anthropologie* du Dr Topinard, son élève. Nous sommes loin de partager les tendances extra-scientifiques de ce dernier ouvrage. Mais il forme un traité pratique utile à consulter pour la partie anatomique.

sur des séries craniennes trop restreintes et qui ne permettent pas de donner une grande confiance aux résultats ainsi obtenus. En résumé, l'anthropologie anatomique se trouve encore dans une phase de tâtonnements, inévitable au début d'une science aussi nouvelle.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des caractères physiques. Les manifestations de l'ordre intellectuel ont-elles la même valeur différentielle, au point de vue de la race, que les caractères empruntés à la forme du crâne, à la couleur de la peau ou des cheveux? Il faut évidemment y distinguer ce qui est transmis héréditairement, c'est-à-dire ce qui appartient à la race, de ce qui est acquis. On ne peut nier, par exemple, la persistance héréditaire des usages nationaux, des langues ou des religions. Mais l'influence réciproque des groupes ethniques les uns sur les autres peut modifier considérablement tous ces caractères. Les migrations, les changements de milieu, les conquêtes, l'influence des relations commerciales et des croisements sont autant de causes de perturbations. Voilà pourquoi les renseignements fournis par l'étude des idiomes, des coutumes, des industries ou des croyances, ne doivent être accueillis qu'avec beaucoup de prudence. Mais soumis à une critique convenable ils ont une incontestable valeur. C'est par exemple en tenant compte de tous les caractères physiques, linguistiques et sociaux qui rattachent les Polynésiens aux races malaises, et par l'étude de leurs traditions, que M. de Quatrefages est parvenu à résoudre le problème très complexe de leurs origines et de leurs migrations.

Lorsque l'histoire et la tradition font défaut, la question se complique. Prenons pour exemple les populations européennes, telles que nous les connaissons. Quand l'histoire commence pour elles, les principaux groupes ethniques dont elles se composent sont déjà cantonnés dans leurs positions respectives. Sont-ce des groupes autochtones et, dans ce cas, comment se sont-ils constitués? Sont-ils, au contraire, venus se superposer à d'anciennes populations

préexistantes? Y a-t-il eu mélange entre ces différents flots de populations et quels types en sont résultés?

Les linguistes avaient abordé ces problèmes avant les anthropologistes. Ralliant dans un même faisceau toutes les langues européennes, à l'exception du finnois et du basque, et montrant leur parenté avec les langues anciennes de l'Inde et de la Perse, ils en avaient conclu à l'origine commune de toutes ces langues, et les avaient classées dans une même famille sous le nom de famille Aryane. C'est le nom que portait une peuplade de l'Asie centrale, historiquement connue et considérée comme la souche probable des populations parlant les langues aryanes. De l'étude comparée des idiomes respectifs et des racines qui leur étaient communes, on pouvait déduire à peu près l'état de civilisation des aryens au moment de leur séparation. Puis les archéologues montrèrent qu'à une certaine époque, dite de la pierre polie, les industries européennes avaient subi une transformation soudaine accompagnée de l'introduction des animaux domestiques et de l'agriculture, et qu'une partie des races domestiques, ainsi que des plantes cultivées, était d'origine asiatique. On en concluait que l'introduction en Occident de la civilisation de la pierre polie correspondait sans doute aux premières immigrations aryanes. La découverte de crânes d'un même type, répandus depuis la péninsule armorique jusqu'aux plateaux de l'Asie centrale, confirma ces données.

Ainsi la linguistique, l'archéologie, l'anthropologie anatomique sont intervenues tour à tour pour élucider le problème de nos origines européennes. Mais il est probable qu'aucune de ces sciences n'aurait pu le résoudre avec ses seules lumières. Au point où en est la question, il reste encore bien des obscurités. On se demande, par exemple, quelle a été l'influence de l'invasion aryane sur la composition ethnique de l'Europe, et même s'il y a eu véritablement invasion. En effet, les langues et les industries ont pu se propager sans qu'il soit nécessaire d'admettre un grand

déplacement de populations. Les récents débats qui ont eu lieu à ce sujet devant la Société d'anthropologie de Paris où linguistes, historiens, archéologues, anthropologistes sont descendus tour à tour dans l'arène, montrent que si la lumière semble venir de différents côtés et converger dans le même sens, on ne tient cependant pas encore la solution définitive.

Quoi qu'il en soit, les recherches archéologiques relatives à ces époques primitives qui précédèrent l'histoire en Occident, nous ont fourni un élément nouveau, en démontrant que l'alluvion aryane aurait recouvert en Europe des races autochtones plus anciennes ; que par conséquent les Européens actuels ne sont, dans aucun cas, de pur sang aryen ; mais qu'ils constituent une population formée d'éléments très divers qu'il appartient à l'anthropologie de déterminer. Ces éléments primaires ne correspondent pas aux groupes appelés peuples ou nations, qui sont des unités politiques tout à fait artificielles. Un même peuple renferme toujours plusieurs races, c'est-à-dire plusieurs types anthropologiques. Ainsi le groupe qui constitue la nation française est formé d'éléments très nombreux, belges, wallons, kimris, germains, burgondes, normands, celtes, aquitains, basques, etc. Sous ces deux dernières dénominations les anthropologistes ont cru reconnaître les représentants des anciennes populations autochtones de l'époque quaternaire, antérieures aux premières influences aryanes.

L'étude de ces races quaternaires est d'un grand intérêt; mais il faut reconnaître qu'elle repose encore sur des données bien insuffisantes. On sait quelle est la rareté des documents de cet âge. Ainsi MM. de Quatrefages et Hamy ont établi leur type de Canstadt, le plus ancien qui soit connu, sur cinq ou six pièces plus ou moins incomplètes, et celui de la Truchère sur un seul individu.

Pour conclure, les populations modernes se présentent à nos yeux comme des composés très complexes résultant

de mélanges successifs répétés pendant des siècles. Il n'y aurait donc à peu près plus de races pures. Jusqu'à quelle limite pourra-t-on pousser la recherche des races mères et des types primitifs? L'archéologie fournira sans doute encore beaucoup de documents nouveaux, mais aussi que de lacunes ne seront probablement jamais remplies!

Dans l'état actuel de nos connaissances une classification des races humaines offre donc de grandes difficultés, puisque les éléments qu'il s'agirait de classer, sont eux-mêmes insuffisamment déterminés. Ce n'est pas que les essais de classification fassent défaut. Depuis le temps de Linnée à qui l'on doit la première tentative de ce genre, il s'en est produit un grand nombre. Leur examen n'offre guère qu'un intérêt historique. On y trouve la trace des progrès successifs de la science et des influences diverses qui les ont inspirées. Le défaut commun à tous ces systèmes est d'être plus ou moins artificiels et de s'appuyer sur un petit nombre de caractères arbitrairement choisis.

Une classification naturelle, conforme aux principes de la méthode scientifique, devra au contraire tenir compte de tous les caractères physiques, linguistiques, historiques, ethnographiques, archéologiques, etc.; les peser entre eux et donner à chacun sa valeur relative. On doit à M. de Quatrefages un système de classification remplissant bien ces conditions. Une souche unique donne naissance à trois troncs : le blanc, le jaune et le noir. Du tronc blanc sortent les branches aryenne, sémitique et allophyle (esthoniens, caucasiens, tchoudes.) Du tronc jaune, les branches mongole et iougrienne; puis du tronc noir la mélanésienne, l'africaine et la saab (Hottentots). Chacune de ces branches produit à son tour des rameaux, qui eux-mêmes se subdivisent en familles et en groupes de moindre importance. A côté de ces races pures ou regardées comme telles, M. de Quatrefages admet en outre de grandes races mixtes à éléments fondus ou juxtaposés se rattachant à chacun des troncs blanc, jaune ou noir.

Il n'y a pas d'objection à faire à la détermination des groupes principaux, troncs et branches. Ils correspondent réellement à de grands types anthropologiques. Mais quand on arrive aux moindres subdivisions, il n'en est plus de même. On se trouve en face de ces agglomérations artificielles dont nous parlions plus haut, formant des groupes ethnographiques ou politiques, sans homogénéité comme race et décomposables en différents types naturels.

La classification de ces petits groupes est donc prématurée, tant qu'on n'a pas dégagé par voie d'analyse les éléments anthropologiques primitifs dont leur population actuelle est formée.

Mais il est certain aussi, qu'à mesure qu'on remontera dans le passé, l'application de la méthode naturelle deviendra plus difficile, parce que des caractères essentiels feront successivement défaut. Arrivé en face des types fossiles, l'anthropologiste n'a plus guère pour se guider que les caractères physiques, ce qui le conduit nécessairement à une classification artificielle, très éloignée peut-être de la réalité. En sorte que certaines obscurités paraissent devoir subsister toujours.

L'étude des races n'a pas seulement pour objet les problèmes théoriques de classification. Elle soulève aussi les graves questions de colonisation, d'acclimatation et de croisement, qui, outre leur importance actuelle, éclairent le passé et se rattachent aux plus sérieux intérêts de l'avenir. Jamais les peuples n'ont été brassés comme ils le sont de nos jours. A mesure que les relations internationales se développent davantage, le métissage tend à s'effectuer sur une plus large échelle. Qu'en résultera-t-il pour l'avenir de l'humanité? Une déchéance, disent les uns; un essor nouveau, disent les autres. Les facteurs du problème sont nombreux; tous ne sont pas connus. Le plus important est l'hérédité dont les lois sont loin d'être bien élucidées. Nous avons eu déjà l'occasion de dire notre sentiment à ce sujet. La disparition des races inférieures devant l'inva-

sion croissante du sang blanc, permet de croire que le métissage s'opérant en définitive au profit des représentants les plus élevés de l'humanité, sera réellement le point de départ d'une ère nouvelle dans la direction du progrès.

III

Il n'est pas nécessaire que la classification des races soit complète et définitive, pour peser la valeur zoologique des différents types humains, et pour examiner si l'humanité se compose de genres, d'espèces, ou simplement de variétés.

Pour l'école que dominent les préoccupations anti-dogmatiques, la question est très simple. Il faut à tout prix se débarrasser du monogénisme classique et orthodoxe. Les trois grands types primordiaux offrent entre eux des contrastes considérables. On ne les voit subir aucune transformation. Ils ne varient plus, n'ont probablement jamais varié, et doivent par conséquent procéder de souches différentes. Les blancs d'Europe, les jaunes d'Asie et les nègres formeraient au moins trois espèces, peut-être trois genres. Tels on les observe aujourd'hui, tels on les trouve déjà figurés dans les plus anciens monuments de l'Égypte. En vain, les monogénistes invoquent-ils les influences du milieu. Il y avait en Californie, sous le 42e degré de latitude, des Indiens aussi noirs que les nègres d'Afrique. Un blanc, transporté dans les tropiques, brunit, mais ne cesse pas de procréer des enfants blancs. L'influence du milieu s'exerce sur l'individu ; ses effets ne sont pas héréditaires.

Tel est le polygénisme ancien, professé par Virey, Bory de Saint-Vincent, Desmoulins, et plus récemment par Agassiz.

Ce système offrirait l'avantage de supprimer toutes les grosses difficultés anthropologiques. Si, en effet, les groupes

humains sont sortis de souches et de centres de création distincts, comme le pensait Agassiz, leur diversité n'aurait pas besoin d'autre explication. Mais il soulève précisément deux questions qui méritent examen. D'abord les différences qui existent entre les principaux types humains ont-elles la valeur de caractères génériques ou spécifiques? Ensuite de ce que ces types ne se modifient plus dans le présent, est-on en droit de conclure qu'ils n'ont jamais changé dans le passé?

Nous n'avons point à discuter ici la question de l'espèce. En effet, la réalité de l'espèce n'est pas mise en cause par les polygénistes qui en font au contraire la base de leur système. Ils accepteront donc avec nous la définition qu'en donne M. de Quatrefages : «L'espèce est l'ensemble des individus plus ou moins semblables entre eux, qui peuvent être regardés comme descendus d'une paire primitive unique, par une succession ininterrompue et naturelle de familles.» Tout le monde admet d'ailleurs une certaine variabilité des types spécifiques, et la fixation des variétés sous l'influence de l'hérédité. C'est l'origine des races. « La race est l'ensemble des individus semblables, appartenant à une même espèce, ayant reçu et transmettant par voie de génération sexuelle les caractères d'une variété primitive. Mais le type fondamental de l'espèce est immuable. En d'autres termes, l'espèce est l'unité et les races sont les fractions de cette unité.» (de Quatrefages.)

A moins de supposer, ce qui serait contraire à tous les faits connus, que l'homme échappe aux grandes lois biologiques et physiologiques qui président au développement des animaux et des plantes, on est en droit, comme l'a fait le savant professeur d'anthropologie du Muséum de Paris, de s'autoriser de ce qui se passe dans les règnes végétal et animal pour apprécier quelle est la valeur zoologique des groupes humains. Or il est certain, d'une part, que les variations sont souvent plus étendues entre certaines races animales de même espèce qu'entre les groupes humains les plus

éloignés. Les races domestiques en fournissent des exemples très concluants. Entre le basset à jambes torses et le lévrier, il y a plus de distance qu'entre un blanc et un noir. Le crâne d'un bœuf camard de La Plata diffère d'un crâne de bœuf européen plus que ne diffèrent entre eux les crânes humains les plus divergents. Et cependant cette race de bœufs camards est bien récente, puisque tous les bœufs américains sont d'importation européenne.

De plus le croisement entre races, c'est-à-dire le métissage, donne des résultats bien différents de ceux que l'on obtient par des croisements entre espèces ou hybridation. Tandis que l'union entre métis est indéfiniment féconde, l'union entre hybrides fournit des séries brusquement interrompues soit par l'infécondité, soit par des variations désordonnées, soit par le retour définitif à l'un des deux types parents. Vainement a-t-on invoqué dans le camp transformiste certains faits que l'on croyait pouvoir opposer victorieusement sur ce terrain à la doctrine monogéniste. Examinés de plus près, ils se sont évanouis; ce fut le sort de l'histoire légendaire des jumards, de celle des chabins ou des léporides, qu'il n'est plus possible d'invoquer sérieusement aujourd'hui en faveur de l'instabilité de l'espèce ou de la fécondité indéfinie des unions entre espèces différentes.

M. de Quatrefages n'a fait que traduire l'enseignement que proclament les faits et s'en inspirer, quand il a écrit ces lignes si profondément vraies et si philosophiques : « Supprimez par la pensée dans le ciel les lois de l'attraction et voyez quel chaos ! Supprimez sur la terre les lois du croisement et voyez quelle confusion ! Je ne sais guère où elle s'arrêterait. Après quelques générations les groupes que nous appelons genres, familles, ordres et classes auraient à coup sûr disparu. Les embranchements ne sauraient tarder à être atteints. Il ne faudrait certainement pas un grand nombre de siècles pour que le règne animal, le règne végétal présentassent le plus complet désordre. Or, l'ordre existe dans l'un et dans l'autre depuis l'époque où

les premiers êtres organisés sont venus peupler les solitudes de notre globe. Il n'a pu s'établir et durer que grâce à l'impossibilité où sont les espèces de se fusionner les unes dans les autres par des croisements indifféremment et indéfiniment féconds. »

Pour en revenir à l'homme, les croisements entre groupes humains offrent partout les phénomènes du métissage et nulle part ceux de l'hybridation. D'où on est en droit de conclure que les différents groupes ne sont que les races d'une seule et même espèce, et non des espèces différentes.

La considération des rapports morphologiques conduit aux mêmes résultats. Si, par exemple, on dispose en série les données numériques de mensurations recueillies parmi les populations les plus diverses, on voit des rapprochements imprévus s'opérer entre les races en apparence les plus éloignées. La fusion et l'entrecroisement des caractères sont complets, ce qui n'a pas lieu quand on a affaire à des espèces distinctes.

Enfin l'unité mentale de l'espèce humaine n'est pas moins frappante. Au point de vue du langage, rien de plus certain. Il y a trois types linguistiques fondamentaux : le type monosyllabique, le type agglutinant et les langues à flexions. Ces trois formes que les linguistes assimilent, peut-être à tort, à des phases distinctes et successives de perfectionnement, ne correspondent pas aux grandes divisions ethniques dans l'ordre présumé de leur élévation mentale. Les nègres, actuellement au bas de l'échelle humaine, font usage de langues agglutinantes, et les Chinois, malgré leur supériorité sous d'autres rapports, n'ont pas dépassé la forme monosyllabique. De plus, il n'y a rien de mobile comme les habitudes linguistiques. Des échanges s'opèrent fréquemment d'un groupe à un autre. Si bien que les langues ne fournissent à l'anthropologie que des caractères de second ordre en matière de classification.

On en peut dire autant des différents types d'organisation sociale. Tandis que les nègres paraissent s'être éle-

vés au moyen âge à un degré supérieur à celui des sociétés d'alors ; tandis que les jaunes d'Asie ont précédé la race blanche d'Europe dans les voies de la civilisation, il existe actuellement des blancs, tels que les pêcheurs Koluches, vivant à peu près à l'état sauvage. Toutes les races sans exception ont eu leurs peuples chasseurs, pasteurs, ou agriculteurs. Enfin nous rappellerons que les caractères de religiosité et de moralité se retrouvent partout, variables dans leurs manifestations, mais identiques dans leur essence. Peut-on citer un seul genre parmi les mammifères, dont les espèces présentent une semblable uniformité et tant de traits communs ?

Le monogénisme orthodoxe a trouvé, dans l'école transformiste, des alliés sur lesquels il ne comptait pas, contre les anciens polygénistes.

Si les types anthropologiques ne sont que des races d'une même espèce, il faut montrer comment ils ont pris naissance, comment ils procèdent les uns des autres, rendre compte de leurs migrations, de leur acclimatation sous les latitudes les plus diverses. Les problèmes surgissent en grand nombre.

Il n'y a pas là de difficultés fondamentales, au point de vue transformiste. Les facteurs que Darwin invoque en faveur de l'instabilité de l'espèce, c'est-à-dire le temps, les changements de milieu, l'hérédité, la loi de concurrence vitale et la sélection naturelle, sont précisément les causes par lesquelles les monogénistes expliquent la formation des races. Il est curieux de voir l'ethnographie biblique, révoquée en doute dans l'école polygéniste par une science à ses débuts, trouver maintenant des défenseurs parmi ceux-là même qui se proclament par principe les adversaires déclarés de la Bible. Si la Bible n'était pas un livre inspiré, comment un homme aurait-il imaginé un système que la science devait être si longue à expliquer rationnellement ?

On comprend à la lumière que jette sur ces questions la

science moderne, comment dans l'isolement primitif où se trouvèrent les sociétés humaines après leur dispersion, les grandes races primordiales ont pu se former, s'asseoir et se fixer. Nous commençons à entrevoir les longues périodes pendant lesquelles l'humanité primitive a élaboré, sous la double influence du temps et des milieux, ces types que l'on voit plus tard apparaître dans l'histoire. Les changements climatologiques et géographiques que nous connaissons par la géologie expliquent quelles influences modificatrices le type humain a dû subir à l'époque géologique si troublée qui a précédé celle où nous vivons. Nous ne nous étonnons plus que, dans une phase de tranquillité comme celle où nous sommes, toutes les formes organiques se trouvent enchaînées à une loi de stabilité relative.

Ces résultats n'ont rien d'embarrassant au point de vue biblique. Assurément la concordance des détails n'est point encore parfaite. La Bible proclame bien des faits que la science est encore impuissante à confirmer ou même à comprendre. Mais l'expérience acquise, les exemples nombreux des lumières réciproques que se prêtent les investigations des savants et les livres saints, nous autorisent, dans tous les cas douteux, à en appeler à une science plus complète et à attendre.

Tandis que quelques anthropologistes, avec une prudence méthodique qu'on ne saurait trop louer, ont le courage d'avouer les lacunes de leur savoir, d'autres, au contraire, sont loin de s'imposer les mêmes réserves. L'école transformiste, dont je n'ai pas à exposer ni à discuter les doctrines bien connues, tranche *à priori* les problèmes qu'elle trouve sur son chemin et les questions qui l'embarrassent. Si elle proposait ses conclusions comme de simples conjectures, elle resterait dans les limites de son droit. Mais on entend tous les jours affirmer que le système transformiste a fait ses preuves et qu'il est passé à l'état de vérité démontrée, ce qui est absolument faux. En effet, des hommes spéciaux dans toutes les branches de la science, en paléontologie, en

biologie, en physiologie, opposent au transformisme des objections sérieuses qui n'ont pas été résolues.

Il en est de même en anthropologie.

A la théorie de l'origine simienne de l'homme, préconisée par Darwin, par Hæckel, la science positive a répondu par des faits qui la condamment. Les travaux de MM. Pruner-bey, Broca, Gratiolet, de Quatrefages, ont démontré qu'il existe un ordre inverse de développement dans les principaux appareils organiques de l'homme et des singes ; et qu'en vertu même des principes fondamentaux du transformisme, un être organisé ne peut pas descendre d'un autre être dont le développement se fait en sens inverse du sien. C'est par suite d'une erreur anatomique, relevée par le Dr Broca, qu'Hæckel s'est cru autorisé à introduire les lémuriens dans la généalogie ascendante de l'homme. La chaîne est brisée et n'a pas été renouée. Un peu de patience, et il y manquera bien d'autres anneaux. Ils iront rejoindre au pays des chimères, le fameux Bathybius que la science germanique avait placé au degré initial de la filiation des êtres, et dont M. de Lapparent a raconté ici même l'amusante histoire.

La science, nous venons de le voir, est en mesure de réfuter la théorie de l'origine simienne de l'homme et de conclure en faveur de l'unité de l'espèce. Mais comment l'espèce a-t-elle commencé? Par un ou par plusieurs couples? Tout se passe comme si l'humanité avait commencé par un couple unique, mais sans qu'on puisse le démontrer scientifiquement. L'affirmation absolue de l'unité originelle est et sera probablement toujours du domaine exclusif de la foi.

Nous admettons très bien que, placés en face des questions d'origine, des savants s'abstiennent de se prononcer. En l'absence de preuves scientifiques, c'est l'application très légitime du doute méthodique. Mais nous avons, grâce à Dieu, d'autres moyens d'information. L'anthropologie n'a pas le monopole exclusif de la science de l'homme. La philosophie et la théologie comblent ses lacunes. Elles achèvent

par d'autres voies et par d'autres méthodes les problèmes abandonnés comme insolubles par les sciences naturelles. Sans doute, il ne faut pas confondre les méthodes. Il ne faut pas, après avoir établi ses prémisses dans un ordre d'idées, conclure dans un autre. Mais tout homme qui aime la pleine vérité et la pleine lumière a le droit, après avoir tiré d'une science particulière tout ce qu'elle peut lui donner, d'aller chercher ailleurs les informations qui lui manquent. Tant pis pour ceux qui rétrécissent arbitrairement, à la mesure de leurs préjugés et de leurs passions, le champ de la connaissance et les horizons ouverts à l'intelligence humaine!

IV

L'étude des races fossiles et préhistoriques ne peut pas être séparée de celle des races actuelles. Les recherches archéologiques, poursuivies avec tant d'ensemble depuis une vingtaine d'années, ont démontré la persistance des types anthropologiques à travers le temps et l'espace.

De l'homme tertiaire, si tant est que l'homme ait jamais vécu à l'époque tertiaire, on ne connaît que des œuvres très problématiques. C'est une question à réserver.

Quant à l'homme quaternaire, nous avons sur son compte des renseignements assez nombreux, mais qui appartiennent presque tous à l'Europe occidentale. Dès cette époque reculée, la race n'est déjà plus homogène. Elle se compose de plusieurs types et de leurs métis; ce qui créerait une certaine présomption en faveur de l'homme tertiaire.

On sait que le Dr Pruner-bey, s'appuyant sur les premiènes découvertes faites en Belgique et en France, notamment à Furfooz et à Solutré, s'était cru en droit d'attribuer le peuplement de l'Europe à l'époque quaternaire, à une première population brachycéphale ou à tête ronde, qu'il désigna sous le nom de groupe mongoloïde.

Les faits observés postérieurement aux travaux de M. Pruner-bey ont modifié ces conclusions. Le bel ouvrage de MM. de Quatrefages et Hamy, *Crania ethnica*, nous montre l'Europe occidentale occupée d'abord par une race au crâne allongé, dolichocéphale par conséquent, dont l'homme découvert à Néanderthal serait un des plus anciens représentants. C'est la race dite de *Canstadt*. Vers la même époque un type également dolichocéphale, mais assez dissemblable, existait dans la vallée de la Vézère et en Mâconnais, à Solutré. C'est le type de *Cro-Magnon*, dont M. Hamy a montré la persistance jusqu'à nous sur une aire géographique assez étendue.

A la fin de l'époque quaternaire on voit apparaître les premiers brachycéphales, d'abord à Solutré, puis à Furfooz, à Grenelle et à la Truchère. Ils se multiplient à l'époque de la pierre polie, se croisent avec la population autochtone dolichocéphale et donnent naissance à de nouveaux types, notamment à celui que M. le Dr Broca considère comme représentant la race celtique des historiens.

Cette classification est conforme aux faits connus. Mais on ne peut pas la considérer comme absolument définitive, à raison du petit nombre de documents qui ont servi à l'établir, puis de la difficulté qu'il y a à déterminer avec précision l'âge relatif des gisements divers qui les ont fournis. Déjà les archéologues inclinent à déclasser les trouvailles de Cro-Magnon et de Furfooz et à les attribuer, non plus à l'époque quaternaire, mais à celle de la pierre polie.

Quoi qu'il en soit, on peut affirmer que les races quaternaires ne fournissent aucun argument en faveur de l'homme pithécoïde. Le fameux crâne de Néanderthal lui-même, sur lequel les partisans de l'évolution avaient fondé de si belles espérances, ne diffère pas notablement, paraît-il, du crâne de quelques-uns de nos contemporains, et même de personnages fort au-dessus de la moyenne. Les types de passage entre l'homme et le singe sont donc encore à produire.

L'archéologie a fourni des renseignements assez complets

sur l'industrie et les mœurs présumées de ces populations primitives. Nous avons eu l'occasion, dans un précédent article, d'en exposer les traits principaux et l'enchaînement. A l'industrie très grossière de la pierre taillée, succède la civilisation encore barbare, mais bien supérieure, de la pierre polie ; puis le bronze fait son apparition, et enfin le fer. D'une phase à une autre, il y a progrès ; cela est incontestable. Mais les transformistes en ont tiré des conclusions générales qui nous ont paru prématurées ; et, par exemple, de ce qu'on a trouvé, dans beaucoup de localités, des pierres taillées suivant nos types quaternaires européens, ou ceux de la pierre polie, est-on en droit de conclure que la civilisation a suivi partout les mêmes allures que dans l'Europe occidentale ? Même en Europe cette prétendue loi de progrès continu soulève de sérieuses objections. L'époque de la pierre polie va nous en fournir un exemple.

Des observations stratigraphiques et chronologiques qui nous paraissent offrir des garanties très acceptables ne permettent guère de lui attribuer dans notre Occident plus de cinq ou six mille ans d'antiquité. M. de Mortillet, un partisan des longues chronologies, se prononce pour cinq mille ans. Or, il y a cinq mille ans, les Égyptiens connaissaient les métaux depuis longtemps déjà. L'industrie de la pierre polie a donc fait son apparition en Occident postérieurement à l'invention des métaux.

La seule objection qu'on puisse faire à cette conclusion, c'est qu'elle gêne des systèmes préconçus. Mais les faits valent mieux que des raisonnements *à priori* et, avant de révoquer les faits en doute, il est préférable, nous semble-t-il, de chercher à les expliquer et à les concilier entre eux.

D'abord il n'est pas prouvé que les industries primitives n'aient pas pris naissance isolément sur plusieurs points. Les populations qui nous ont envoyé l'industrie de la pierre polie pouvaient ignorer les découvertes métallurgiques des anciens Égyptiens. Ces derniers ne paraissent pas avoir eu

de relations avec les Européens avant la XVIIIe dynastie, et l'on suppose qu'ils ne franchirent pas l'isthme de Suez avant Ramsès ou Sésostris.

Ensuite il serait faux de croire qu'aux époques primitives une invention nouvelle devait entrer aussitôt dans le patrimoine commun de l'humanité et faire une rapide concurrence aux industries antérieures. Si l'on se reporte aux récits légendaires et mythiques, qui nous conservent le souvenir des grandes découvertes, de la métallurgie, par exemple, on remarque que ces industries furent dans le principe, et restèrent pendant longtemps sans doute, le monopole exclusif des inventeurs, d'une famille, d'une caste, d'une ou de plusieurs tribus. Quoi d'étonnant alors que des émigrants, se séparant de la patrie commune et n'emportant pas avec eux le secret des progrès réalisés, fussent réduits à se contenter des industries imparfaites qu'ils trouvaient dans le domaine public? De plus, le monopole même devait exclure un grand nombre d'individus, peu favorisés par la concurrence vitale, du bénéfice des inventions nouvelles et par conséquent entretenir, même dans les pays les plus civilisés, le maintien des outillages et des armements primitifs. Il se passerait encore de nos jours quelque chose d'analogue, si la loi n'imposait un terme à l'exploitation des brevets d'invention et ne limitait, au profit du public, le droit des inventeurs.

Il ne faut donc pas s'autoriser, comme on l'a fait trop souvent, du caractère plus ou moins grossier de certaines trouvailles archéologiques pour les classer chronologiquement et les attribuer à des âges différents. Oublie-t-on que nos populations rurales, sans autre raison qu'un esprit aveugle de routine, sacrifient très difficilement leur vieil outillage aux inventions modernes et opposent au progrès une résistance opiniâtre? Nous voyons, sous nos yeux, la barbarie coudoyer à chaque pas la civilisation. Ces exemples devraient rendre les archéologues très circonspects en matière de classification. La stratigraphie,

c'est-à-dire l'ordre de superposition naturelle, doit trancher ces questions en dernier ressort. C'est par cette voie qu'on est parvenu en France à établir sûrement la succession des différentes phases de l'âge de pierre. Tant que le même procédé méthodique n'aura pas été appliqué partout où l'on croit retrouver la trace d'industries préhistoriques, en Égypte par exemple, il restera toujours des éléments de doute, quelles que soient les probabilités basées sur l'analogie.

Quant à prétendre, comme on l'a essayé, qu'une antiquité de cinq mille ans est insuffisante pour expliquer la propagation de l'industrie de la pierre polie dans le monde entier, c'est là une idée purement théorique, qui demanderait à être justifiée par des faits. Du moment qu'il y a encore des populations à cet état de civilisation, nous pouvons admettre que son cycle de propagation n'est pas achevé depuis un temps très long, et que par conséquent il a mis plusieurs milliers d'années pour rayonner jusqu'aux confins du monde habité ; ce qui est plus que suffisant.

Si l'on admet que l'homme procède d'un anthropoïde quelconque, il est naturel de penser que la civilisation a commencé à zéro, pour se développer progressivement à mesure que l'être humain acquérait le plein exercice de ses facultés mentales. On a invoqué d'abord les faits particuliers à l'Occident, qui, depuis l'époque tertiaire jusqu'à la fin de l'époque quaternaire, offrent en effet l'apparence d'un perfectionnement graduel et très lent. Mais nous ne savons pas ce qui se passait ailleurs, et puis, dans tous les cas, avec l'avènement de la pierre polie, la série est brusquement interrompue. Le fil est brisé. L'Europe est envahie subitement par une civilisation inconnue jusque-là. L'introduction de la poterie, de l'agriculture, des animaux domestiques témoigne d'une des révolutions les plus importantes qui se soient produites dans l'histoire des sociétés humaines. Que devient la justification de l'idée transformiste? Il faudrait suivre la civilisation de la pierre polie

jusqu'à son lieu d'origine et remonter jusqu'à son état initial, pour être en droit de faire rentrer ces événements encore si obscurs dans une loi universelle de progrès continu. Nous n'en sommes pas encore là.

On ne peut donc pas prétendre légitimement que l'humanité tout entière a passé par l'état de sauvagerie et de barbarie prolongées où vécurent pendant tant de siècles les Européens de l'époque quaternaire.

Je sais bien qu'on en a appelé au témoignage des sauvages modernes. On nous les représente comme des groupes sociaux frappés d'un arrêt de développement, et reproduisant les traits communs de la famille humaine à l'époque prodigieusement reculée où ils s'en seraient séparés.

Non seulement cette opinion n'est pas démontrable, mais tout tend au contraire à prouver que l'état sauvage, tel que nous l'observons dans quelques parties du monde, n'est qu'un retour en arrière par voie de dégénérescence. Les exemples de races déchues ne manquent pas sous nos yeux. Nous avons cité les nègres de l'Afrique centrale et les fellahs de la vallée du Nil. Que sont devenues Thèbes, Memphis, Abydos, où s'épanouissait autrefois l'une des plus antiques et des plus puissantes civilisations? Les descendants des anciens Égyptiens vivent encore aux mêmes lieux, mais combien différents de leurs glorieux ancêtres!

D'ailleurs la théorie de l'arrêt de développement appliquée aux races sauvages est contraire à tous les faits biologiques et sociaux. Rien n'est stationnaire dans la nature. Tout ce qui ne progresse pas décline. Tout marche en avant ou en arrière. Les sociétés sauvages sont aussi loin de leur point de départ que les sociétés les plus civilisées et tout rapprochement entre elles et les sociétés primitives, reposant sur une inexactitude fondamentale, il n'y a rien à en tirer.

En résumé l'idée transformiste n'est pas plus solide en archéologie qu'en anthropologie proprement dite. Là

comme ailleurs, c'est une conception purement théorique à laquelle manque complètement la preuve des faits positifs.

D'où vient donc le crédit qu'elle a rencontré? Les causes en sont multiples; mais en voici une. Les premiers explorateurs de nos gisements préhistoriques furent des géologues, des paléontologues, qui, frappés de la merveilleuse régularité avec laquelle les formations géologiques s'enchaînent et se succèdent, ont cru pouvoir appliquer avec succès leur méthode d'investigation aux alluvions humaines, et assigner à la stratigraphie archéologique des horizons réguliers et constants.

Mais ils ont compté sans deux facteurs humains, la liberté et la volonté, ces dons merveilleux par lesquels l'homme échappe à la régularité mécanique des phénomènes physiques. Cette méprise ne doit pas surprendre de la part de naturalistes pour qui l'homme n'est qu'une machine aveugle, soumise à des lois fatales. Mais il appartient aux défenseurs de la liberté morale et de la dignité humaine, de frayer à l'anthropologie une voie conforme à la véritable nature de l'homme.

L'histoire du développement de l'esprit humain ne peut pas s'écrire théoriquement. L'imprévu y surgit à chaque pas. Les manifestations du libre arbitre déroutent tous les calculs. Rien ne peut donc dans cet ordre d'études tenir la place des faits positifs. La vérité est que les procédés scientifiques ne nous éclairent pas mieux sur l'origine des sociétés humaines que sur l'origine de l'homme. Serions-nous du moins à même de fixer scientifiquement une date à l'apparition de l'homme sur la terre?

Tant qu'on opère sur des faits compris dans l'époque géologique actuelle, c'est-à-dire jusqu'au début de la pierre polie, les évaluations chronologiques fournies par l'étude des phénomènes géologiques offrent une certaine régularité et permettent par conséquent d'atteindre à une précision relative. On remonte par cette voie jusqu'à cinq ou six mille

ans en arrière, c'est-à-dire que l'on ne sort pas du cadre des chronologies historiques.

Mais avec l'époque quaternaire on entre dans une phase où tous les événements du globe prennent, sous l'influence de causes inconnues, des caractères si différents de tout ce qui se produit aujourd'hui sous nos yeux, que les termes de comparaison font absolument défaut. Assurément si les agents étaient restés les mêmes, les trois ou quatre cent mille ans dont on parle ne seraient pas de trop pour expliquer les effets produits. Mais nous savons positivement que les agents ont dû varier.

Il faudra demander à d'autres procédés d'investigation ou à d'autres sciences la clef de la chronologie des temps géologiques. On a déjà interrogé l'astronomie. Peut-être cette voie sera-t-elle explorée avec succès. Il est certain que l'histoire de la terre, de ses habitants, de ses faunes, de ses flores, est intimement liée aux alternatives que notre planète a subies dans sa course à travers l'espace. Le soleil est le grand régulateur des climats, de la vie et peut-être aussi des révolutions géologiques. Il y a, entre la terre et l'astre qui la réchauffe et l'éclaire, bien des liens mystérieux que l'on soupçonne déjà, que l'on verra peut-être un jour clairement. Il n'est pas impossible que la précision mathématique avec laquelle on calcule les rapports mécaniques des corps célestes, ne serve à établir la chronologie de phénomènes en relation étroite avec les mystérieux problèmes de la vie.

Mais constatons que la science ne nous donne encore que des promesses ou plutôt de vagues espérances, et que les évaluations proposées jusqu'à présent reposent ou sur des bases incertaines, ou sur des méthodes défectueuses, ou enfin sur des rapprochements hasardés entre les phénomènes astronomiques et les phénomènes terrestres ; mais qu'elles ne peuvent à aucun titre prendre rang à côté des chronologies historiques positives.

V

Les limites d'un article comme celui-ci ne nous ont pas permis de rendre compte, même sommairement, des recherches spéciales dont s'enrichit journellement le domaine de l'anthropologie. Elles constituent cependant la partie la plus solide et la plus sûre de la science. Nous aurons l'occasion d'y revenir. Sur ce terrain, nous serons heureux de rendre justice à bien des hommes éminents que leurs tendances extra-scientifiques séparent malheureusement de nous sur bien des points, mais qui n'en rendent pas moins des services considérables à la vraie science et attachent leurs noms à tous ses progrès.

Si nous avons cru devoir nous arrêter de préférence, dans ce rapide examen, aux vues d'ensemble et aux conclusions générales, intéressant la philosophie et la foi, c'est que des motifs très pressants nous y engageaient. Nous tenions à montrer, contrairement à des affirmations de plus en plus absolues, que sur toutes les questions qui touchent à l'origine de l'homme, des sociétés, des civilisations, aux lois naturelles de leur développement, on ne peut formuler au nom de la science que de simples hypothèses très discutées et que, par conséquent, les systèmes philosophiques et sociaux construits sur ces données sont au moins prématurés et n'ont qu'une base fragile, que les progrès de la science pourront renverser tôt ou tard. Nous devions protester surtout contre les prétentions de cette école militante, dont nous parlions en commençant, qui se dit hautement anti-chrétienne et révolutionnaire, et qui croit le moment venu d'essayer l'application de ses doctrines sur le terrain politique et social. Un univers sans Dieu, un homme sans âme, une humanité sans loi morale et sans croyance religieuse, la liberté remplacée dans le monde par des lois physiques inflexibles et fatales, la concurrence vitale et la sélection

réglant mécaniquement le cours des choses humaines et préparant l'avenir, tel est le programme de cette école anthropologique.

Il faut être bien confiant pour se figurer qu'avec une doctrine faite exclusivement de négations, on puisse ériger quoi que ce soit et refaire une humanité nouvelle.

C'est qu'en effet les masses sont crédules. Peu importe qu'on affirme sans preuves; il suffit de parler avec autorité au nom de la science pour être cru. Les savants se sont acquis, depuis le commencement du siècle, un énorme prestige par les merveilleuses découvertes qui ont sensiblement transformé la face de la terre au point de vue économique et industriel. De là à croire qu'ils ont révolutionné au même degré le monde moral, il n'y a qu'un pas pour les esprits ignorants et superficiels, et les faux prophètes n'ont pas de peine à plaider cette thèse qui doit achever de mettre la puissance entre leurs mains. Cette idée, que des publications fort habiles répandent sous toutes les formes dans le grand public, s'infiltre rapidement dans les masses.

« Les progrès des sciences modernes, — lisons-nous dans un ouvrage de vulgarisation, destiné à propager ces illusions, — ayant transformé entièrement tout ce qui concerne l'étude du développement physique et mental de l'homme, les théories politiques et sociales basées sur notre connaissance erronée de la nature humaine, se sont trouvées profondément ébranlées, et aujourd'hui elles commencent à subir des changements destinés à devenir chaque jour plus profonds. »

Que les méthodes d'investigation aient changé, cela est certain. L'anthropologie est une voie scientifique toute nouvelle. Mais que les résultats acquis aient tout transformé ou même qu'ils suffisent pour ébranler simplement nos anciennes convictions, là est l'erreur. Il faut ignorer les débats contradictoires qui partagent encore les savants les plus autorisés ou ne pas vouloir en tenir compte, pour oser se prononcer ainsi.

Poursuivons notre citation. Dans quel sens les changements annoncés devront-ils se produire, c'est ce que nous apprend le même auteur, quelques pages plus loin.

« Les foules se passionnent aujourd'hui pour la liberté et l'égalité, comme elles se passionnèrent jadis pour la foi religieuse. Elles exercent leur instinct de destruction au nom de cet idéal nouveau, comme elles l'exercèrent jadis au nom de l'idéal ancien ; mais dans les sociétés modernes, égalité et liberté signifient simplement concurrence libre et sans entraves pour tous. Or, une telle concurrence n'est qu'une forme de la lutte pour l'existence ; et, comme la nature n'a pas doué les concurrents de moyens égaux, ce seront toujours les plus capables, les plus intelligents qui triompheront, et les moins intelligents, les moins capables qui seront vaincus. Plus la concurrence et la liberté seront grandes, plus l'écrasement du faible sera complet. Il est facile de rêver avec les socialistes une société réorganisée au profit de ses membres les plus inférieurs, une société où l'individu apporterait des droits particuliers en naissant, et où l'état interviendrait constamment pour rétablir, au profit des faibles et des incapables, un équilibre détruit sans cesse. Mais la science prouve que ce sont là des illusions dont les foules sont toujours les premières victimes ; des illusions mères des révolutions inutiles et de tous les despotismes que ces révolutions engendrent. Troublée au prix des catastrophes les plus sanglantes, l'évolution naturelle des choses reprend bientôt fatalement son cours. »

Telle est la nouvelle doctrine scientifique de gouvernement. Tel est l'avenir qu'on nous prépare : le règne de la concurrence vitale, sans frein, sans direction morale, l'écrasement du faible, le triomphe des gens habiles, la négation de la liberté et de l'égalité. Quant à la fraternité, l'auteur n'en parle pas. Ces trois vieilleries ont fait leur temps, et sont condamnées par le nouveau dogme révolutionnaire.

Déjà ces idées commencent à porter leurs fruits. Elles

ont envahi les régions gouvernementales où la doctrine de la concurrence vitale proclame sans pudeur ses prétentions tyranniques.

Il est certain que, s'il n'y a pas de lois morales supérieures aux passions humaines, protégeant le faible, condamnant l'injustice, sanctionnant le pouvoir des meilleurs et non des plus habiles, capables enfin d'assurer sur des principes absolus l'équilibre social, la liberté n'est qu'un vain mot, et tout doit aboutir fatalement au despotisme.

Les amis de la vraie science ne peuvent rester les témoins impassibles des abus qui se commettent en son nom. Pour notre compte et quoi qu'il nous en coûte de déserter un instant les sereines régions de l'étude, nous avons cru devoir dégager l'anthropologie de toute solidarité avec une école dont nous ne pouvons partager, ni les doctrines scientifiques, ni les tendances philosophiques et sociales.

ADRIEN ARCELIN.

LES ÉTAPES DU RÈGNE VÉGÉTAL

Aborder, au point de vue du règne végétal, le redoutable et délicat problème des origines de la vie, puis retracer la marche et les évolutions du monde des plantes, à partir de ses premières manifestations sur le globe terrestre en formation, jusqu'à l'entrée de l'époque infiniment distante où l'homme y fait son apparition certaine, c'est-à-dire jusqu'au seuil de l'âge quaternaire, — tel est le but que s'est proposé M. le comte de Saporta dans un beau et savant livre qu'il a récemment fait paraître sous ce titre : *Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme* (1).

Avant toute appréciation des doctrines et des tendances philosophiques de l'auteur, avant toute analyse de son travail, commençons par rendre un juste hommage à l'expression séduisante de son style, au charme de sa diction, à l'art extrême avec lequel il a su faire, d'une œuvre scientifique à laquelle l'originalité ne manque pas, un livre accessible à tous, « aux penseurs comme aux gens du monde envieux de s'instruire sans trop de fatigue, aux philosophes étrangers à l'étude des sciences naturelles aussi bien

(1) Un vol. in-8° de VIII-416 p. avec planches et figures. 1879. Paris, G. Masson.

qu'aux naturalistes de profession (1). » Problème assurément difficile, problème que les plus savants, voire les plus habiles, ne résolvent pas toujours et dont notre auteur a, surtout dans sa « Première partie, » rencontré généralement la solution de la manière la plus brillante et la plus heureuse.

Cette première partie, qui a pour sous-titre : *Les phénomènes et les théories*, est celle où s'accusent le plus formellement et le plus explicitement l'esprit, le but et la pensée mère de l'écrivain. Ces tendances se retrouvent sans doute à chaque pas dans le surplus de l'ouvrage, mais nulle part d'une manière aussi accentuée et aussi essentielle. Le transformisme ou système évolutionniste, telle est la théorie chère à notre auteur. Nous chercherons à le suivre sur ce terrain et à discerner, parmi ses nombreux développements, ceux qui nous paraissent apporter à la cause qu'il a embrassée un appui valable, comme aussi celles de ses considérations qui nous sembleraient reposer sur des bases moins solides. Mais nous tenons tout d'abord à proclamer bien haut que le système transformiste, comme le comprend M. de Saporta et tel qu'il le présente, n'a rien que de philosophiquement très acceptable. Sans doute, il est permis de ne pas trouver toutes les preuves qu'il administre scientifiquement suffisantes ; mais la théorie en elle-même, dans les limites rationnelles où elle se meut, n'a rien qui répugne à la philosophie des causes premières ; le chrétien le plus orthodoxe n'y saurait trouver un sujet d'inquiétude, et, sous la plume du sagace écrivain, elle revêt un caractère d'attrait et de séduction dont on a peine parfois à se défendre. Quel que soit d'ailleurs le mode suivant lequel la science explique la création, la formation, si l'on préfère, des êtres organisés ; qu'elle admette une origine distincte et indépendante pour chaque espèce, ou bien qu'avec l'école transformiste elle fasse procéder tous les

(1) *Avertissement*, p. VI.

êtres organisés, dans leur diversité infinie, d'un petit nombre de types primitifs, modifiés de générations en générations par la multitude des causes complexes résultant d'influences extérieures diverses et principalement de la lente modification des climats ; les termes du problème de l'origine des choses peuvent bien s'en trouver déplacés, mais, l'auteur le reconnaît, ils n'en sont nullement intervertis. « Les plans de l'horizon ont beau se multiplier et se dérouler en reculant toujours devant nous ; l'ordre relatif des objets que nous considérons demeure exactement le même (1). L'idée de causalité ne sort pas du monde, elle y est seulement introduite par une autre voie et conçue autrement que jadis (2). Si l'on remonte de phénomène en phénomène plus haut que les apparences mobiles et contingentes, il semble que l'on aboutisse forcément à quelque chose d'entier, d'immuable et de supérieur qui serait l'expression première et la raison d'être absolue de toute existence, en qui se résumerait la diversité dans l'unité, éternel problème que la science ne saurait résoudre, mais qui se pose de lui-même devant la conscience humaine. Là serait la vraie source de l'idéal religieux ; de cette pensée se dégagerait d'une façon lumineuse cette conception de notre âme, à laquelle nous appliquons instinctivement le nom de Dieu (3). »

Telle est, par l'effet d'une logique rigoureuse, la philosophique conclusion à laquelle la théorie de l'habile phytologiste le conduit elle-même. Tant il est vrai que, chez le savant sans parti pris et que ne trouble aucune passion étrangère à l'amour désintéressé de la vérité, l'approfondissement des questions dernières de la science emporte toujours la notion d'une Intelligence souveraine et créatrice.

(1) *Avertissement*, p. VII.
(2) *Première partie*, p. 62.
(3) *Deuxième partie*, p. 393, *in fine*.

PREMIÈRE PARTIE.

LES PHÉNOMÈNES ET LES THÉORIES

I

Les origines de la vie organique.

La vie se manifeste sur la terre par une échelle d'êtres, formant la gradation la plus variée et la plus étendue, depuis le lichen insensible attaché à la pierre jusqu'au *moi* conscient et sensible de l'homme pensant. Mais tout d'abord, à ne s'en tenir qu'à la vie purement organique, deux séries parallèles et coexistantes, quoique hiérarchiquement distinctes, s'offrent à l'attention de l'observateur : série animale, dont les échelons doués de sensibilité, de spontanéité sinon de volonté, et de motilité, ont une supériorité incontestable sur ceux de l'autre série, la série végétale, dont les termes, réduits aux seules fonctions de nutrition et de reproduction, privés de celles de relation, n'offrent jamais les rudiments, même les plus élémentaires, d'un appareil nerveux. A ceux-ci la lumière est généralement une condition absolue d'existence ; c'est sous son influence qu'ils remplissent leur emploi essentiel de fixer la substance verte ou chlorophylle par la décomposition et l'absorption de l'acide carbonique. A ceux-là qui, dans plus d'un cas, peuvent se passer de la lumière, bien qu'ils possèdent seuls des organes pour la percevoir, l'oxygène est nécessaire à tous les instants, pour leur fournir la chaleur vitale indispensable, par l'incessante combustion qu'ils font de ce gaz. Cependant, aux échelons les plus inférieurs de ces deux séries ,certains caractères communs se rencontrent ; bien des animaux perdent de bonne heure la faculté de se mouvoir pour se fixer à tout jamais sur le sol ; telles

les huîtres, nageant avec agilité dans leur premier âge, avant de s'attacher au rocher marin qu'elles ne quitteront plus ; telles les larves des spongiaires, telles celles des polypes qui, nées libres et munies d'organes ciliaires propulseurs, s'immobilisent en changeant de forme pour devenir de véritables plantes animales. Mais réciproquement voici des plantes d'où s'échappent des corpuscules reproducteurs, des zoospores qui, avant de se fixer au sol, n'auront pas une existence différente de celle des larves de tout à l'heure ou des spermatozoïdes des animaux à sexes : les algues appelées conferves sont dans ce cas, ainsi que la plupart des végétaux de l'embranchement des cryptogames. Des sporanges de la fougère s'échappent des spores ou séminules qui se dilatent en une expansion membraneuse appelée prothallium ; sur cette membrane se forme une cellule femelle, l'archégone, fixe à la vérité, mais accompagnée d'un appareil mâle libre et doué de mouvement, l'anthérozoïde ; ce n'est que quand ce dernier se sera, par un acte de translation, approché de l'archégone pour s'unir à elle, que prendra naissance la forme définitive de la nouvelle plante.

Ainsi voilà, dans le règne animal, des êtres qui, par leur développement normal, changent de forme et perdent une partie des caractères de l'animalité pour les échanger contre certains caractères du végétal ; et voilà, dans le règne végétal au contraire, des plantes qui ont commencé par revêtir l'un des caractères essentiels du règne animal avant de prendre, en se fixant au sol, le rôle caractéristique de la vie végétative. Les uns et les autres sont au bas de l'échelle des deux séries, comme si ces dernières sortaient d'une souche commune. Frappé de ces rapprochements si remarquables l'auteur en vient à se demander s'il n'y aurait pas eu une phase primitive où un seul règne organique aurait existé, le dédoublement s'en étant ensuite opéré par voie d'adaptations d'ailleurs extrêmement anciennes ? « Il est hardi mais non absurde de le soupçonner, » ajoute-t-il.

Aujourd'hui même, comment tracer d'une manière précise, certaine, absolue, la limite qui sépare les deux règnes ? et à supposer qu'une telle limite existât, à quoi se réduirait-elle ? A une simple divergence dans le mode d'absorption, d'exhalation de quelques gaz, ou dans la combinaison de quelques substances, sans distinction accusée de forme ou de structure. Et si ces êtres limites, si proches voisins qu'ils semblent se confondre, habitaient à la fois le même milieu, l'imperceptible distance qui est censée les séparer ne serait-elle pas encore amoindrie, et ne pourrait-on, comme l'avait pensé Buffon, les considérer tous comme étant presque du même ordre ? Or c'est là ce qui a dû se passer à l'origine, l'universalité des êtres vivants étant alors exclusivement aquatique, comme nous l'apprend la paléontologie. C'est au sein des eaux sur lesquelles, la Genèse nous l'enseigne, planait l'Esprit de Dieu, que la vie a pris naissance. Et si plus tard, dans sa force d'expansion, la vie a débordé du sein des mers pour envahir peu à peu la terre et les airs, ce n'est qu'après avoir accompli, dans son berceau liquide, une longue suite de progrès, de pas en avant, *pro-gressus*. Dans les plus anciennes formations où l'on ait jusqu'ici retrouvé des traces certaines d'êtres organisés, dans l'étage cambrien, à peine connaît-on une cinquantaine d'espèces tant animales que végétales, brachiopodes, spongiaires, rares échinides, mais surtout annélides et plantes marines. Ces manifestations primitives de la vie, constatées en Suède, en Angleterre, dans le nord de l'Amérique, représentent-elles les débuts de l'organisme ? Probablement non ; l'on peut penser avec Buffon que, partie d'une région mère voisine du pôle, la vie a peu à peu rayonné autour d'elle pour envahir graduellement les autres parties du globe. Quoi qu'il en soit, on voit les principaux groupes se compléter successivement : protozoaires (éponges), radiaires (oursins) dans l'embranchement des zoophytes ; mollusques, annélides et crustacés dans l'embranchement des articulés ; enfin poissons, terme inférieur de l'embranchement des vertébrés. Sous toutes les

formes et dans toutes les conditions d'existence sous-marine, les familles, les genres, les espèces se multiplient sans limites. Algues ou animaux, tous les organismes primitifs sont construits pour la vie dans l'eau ; de nos jours encore leurs analogues se dessèchent et meurent à l'air libre, ne pouvant retenir, dans leurs tissus mous, poreux et sans protection extérieure, le liquide dont ils sont imprégnés. Mais entre l'air sec et l'élément liquide peut trouver place une atmosphère saturée d'humidité, et nous voyons, sous nos yeux, certains crustacés (cloportes) parmi les animaux, et certains végétaux tels que les mousses et les lichens, ne vivre ou du moins ne produire les phénomènes de la vie que sous l'influence d'une humidité abondante. C'est donc à l'aide de conditions atmosphériques, telles que la limite était difficile à établir entre le milieu aquatique et le milieu aérien, que la vie a pu commencer à prendre possession des sols émergés. On sait que les fougères, qui se refusent d'ailleurs à vivre dans des sols absolument secs, ne prospèrent nulle part autant que dans les terrains saturés d'humidité et au sein des brumes et des brouillards, et les mollusques terrestres, c'est-à-dire respirant à l'aide de poumons, ne voient s'épanouir leur vitalité que par les temps de pluie ou parmi l'herbe fraîche et la feuillée humide. C'est par des organismes de ces ordres et d'ordres analogues, la géologie le constate, que la vie organique a commencé à prendre possession des terres après leur émersion. Puis elle a perfectionné ses appareils, spécialisant et localisant de plus en plus les fonctions : non seulement la respiration pulmonaire se substitue à la respiration branchiale, mais des tissus serrés et coriaces, écorce ou peau, protègent chaque être contre la déperdition des liquides qui le baignent à l'intérieur ; l'appareil circulatoire, chez les animaux, se perfectionne et se complique de classe en classe, jusqu'aux vertébrés à sang chaud (oiseaux et mammifères) ; et dans les plantes, les appareils radiculaire, vasculaire et foliacé, absents ou rudimentaires

chez les végétaux inférieurs, répondent, en ce règne, à toutes les exigences de la vie sur le sol et à l'air libre. Par un nouveau progrès, aux plantes cryptogamiques comme les lichens, les mousses et les fougères, s'ajoutent les plantes phanérogames, à sexes apparents, se reproduisant sans zoospores ni anthérozoïdes, mais par des graines contenant virtuellement et en germe une plante en tout semblable à celle qui l'a produite.

Telles sont, présentées à grands traits d'une manière rapide, et dégagées de la magie du style de l'auteur ainsi que du luxe d'exemples et de faits sur lesquels il les appuie, les considérations par lesquelles il entre en matière. Sur cette base, il pose les premières assises de la théorie qui lui est chère. Suivons-le.

La transition d'une première condition d'existence à une condition plus élevée se manifeste sur plusieurs classes à la fois. Par exemple, le passage de la respiration branchiale à la respiration pulmonaire se fait aussi bien par les batraciens que par les poissons, sans que, cependant, les poissons puissent être confondus avec les batraciens même les moins élevés; et les plus anciens vertébrés terrestres ont des traits d'affinité avec batraciens et poissons, lesquels, à l'origine, tiennent eux-mêmes des reptiles et peuvent être considérés, dans beaucoup de cas, comme des quasi-reptiles, représentant la transition des deux classes qui la précèdent à la classe des reptiles vrais. A l'aide de ces faits, très remarquables, il faut le reconnaître, le savant écrivain cherche à préparer l'esprit de son lecteur à l'acceptation des conclusions auxquelles tend son livre. Sans doute l'admissibilité d'une filiation directe et immédiate des espèces les unes des autres ne saurait en être déduite rigoureusement, « puisque le phénomène embrasse un temps d'une durée incalculable et s'applique à des êtres demeurés le plus souvent obscurs ou inconnus au moment même où il faudrait pouvoir les observer (1). » Mais enfin, si l'on pouvait établir que

(1) P. 23.

la théorie transformiste s'adapte sans effort aux faits connus, un pas énorme serait fait ; il faudrait pour cela pouvoir faire la preuve de trois choses : d'une marche des faits en tout pareille à ce qu'elle eût été en supposant la théorie vraie, d'une concordance entière dans le passé comme dans le présent, et de l'existence constante de transitions entre types opposés. Il est vrai que cette preuve n'est pas faite : « mais on sait bien que, dans les termes où l'on s'obstine à la demander, une telle preuve est impossible (1). » Si l'on n'avait aucun moyen d'observer certaines métamorphoses d'insectes ou bien le phénomène de l'éclosion des œufs d'oiseaux, comment convaincre ceux qui n'y croiraient pas? Ces phénomènes n'en subsisteraient pas moins. Ici ce n'est pas même le lien tout entier qui manque ; c'est seulement une partie des termes interposés : et si les documents obtenus laissent des lacunes qu'il est impossible de combler, ceux qui nous restent suffisent pour « forcer la conviction. »

Tel est le raisonnement du savant naturaliste. Il est habilement présenté. Mais sur le terrain du raisonnement il est permis au plus humble de discuter le plus haut placé dans les hiérarchies de la science. A nos yeux, c'est précisément parce que *le phénomène embrasse un temps d'une durée incalculable et s'applique à des êtres demeurés le plus souvent obscurs ou inconnus au moment même où il serait le plus intéressant de les observer*, que le système manque et manquera peut-être toujours d'une base suffisante; et puisqu'il est « impossible » de prouver d'une manière « directe et décisive » que les choses ont marché « comme elles l'eussent fait en admettant la réalité de l'évolution ; » puisque les moyens manquent pour établir irrésistiblement que tout concorde dans le passé comme dans le présent et « qu'il existe constamment des transitions entre des types opposés ; » la théorie en question ne peut pas avoir, quelque bonne volonté qu'on y mette, d'autre valeur au fond que

(1) *Ibid.*

celle d'une hypothèse : les termes intermédiaires, précieux mais incomplets, que l'on peut posséder, lui ajoutent bien une certaine valeur de probabilité ; ils peuvent bien solliciter une adhésion relative, mais non « forcer la conviction,» et ne sauraient en tout cas équivaloir à une véritable certitude.

Cette réserve faite, et nous croyons qu'elle était essentielle, il ne nous en coûte pas d'accepter plusieurs des considérations brillantes et les nombreux faits qui, sous la plume habile de M. le comte de Saporta, militent si vaillamment en faveur de sa théorie.

Si l'on remonte la chaîne des temps géologiques jusqu'au milieu des âges secondaires, à l'étage jurassique, on ne trouve plus d'autres mammifères que des marsupiaux ou didelphes tout au bas de l'échelle, et, plus bas encore, des monotrèmes qui rattachent les mammifères à la fois aux oiseaux et aux reptiles. Par l'archéoptérix, l'oiseau jurassique de Solenhoffen, à queue de reptile emplumée et à ailes munies de deux doigts libres avec griffes, et par le paléornithe, la transition s'accentue entre l'ordre des oiseaux et les reptiles sauriens, les plus élevés des reptiles terrestres des âges secondaires. Ceux-ci se rapprochent des serpents, des batraciens et même des poissons, par les dolichosaures et les labyrinthodontes des grès bigarrés du trias ; lesquels, déjà amphibies, succèdent à des reptiles plus aquatiques encore, aux ganocéphales, à moins que ces derniers ne représentent, comme le pense M. Gaudry, un état premier, qui serait aux précédents ce que de nos jours les têtards sont aux grenouilles. On serait même « en droit de supposer, par delà les ganocéphales, l'existence d'un ou plusieurs états de reptiles, opérant une transition plus marquée vers une organisation purement aquatique, branchiale et cartilagineuse ; » et l'auteur étaye son *droit de supposer* sur cette preuve qui n'est pas sans réplique : « en effet, de l'absence de reptiles dans un terrain plus ancien que celui des houilles, on ne saurait conclure qu'ils

n'ont pas existé. » Assurément! mais on ne peut pas davantage conclure qu'ils ont existé, et tant qu'on n'aura pas retrouvé au moins quelques traces de cette existence, la prétendue preuve ne sera jamais qu'une hypothèse plus ou moins plausible.

Toutefois, si l'on consent à ne pas dépasser ce terrain d'une hypothèse fondée et rationnelle, on peut admettre que ces ingénieux aperçus ne sont pas dénués de vraisemblance. Une corrélation remarquable se manifeste entre les développements de la vie dans les deux règnes : aux plus reculées profondeurs des âges siluriens, les algues marines se montrent contemporaines d'une faune exclusivement aquatique ; sur les terrains dévoniens et carbonifères, la vie a dépassé ses rives marines avec les fougères, les calamites, les lépidodendrons parmi les végétaux, et, dans le règne animal, avec les premiers reptiles connus. Mais cette végétation terrestre ne serait pas la première ; déjà vers le milieu de l'époque silurienne, elle se serait manifestée par des plantes d'un ordre relativement élevé, des cryptogames vasculaires (une fougère (1), une sigillariée, une lycopodiacée) et des gymnospermes (*Annularia*, *Sphenophyllum*), au voisinage desquelles circulaient sans doute les reptiles et les insectes primitifs qui *ont dû* précéder ceux du calcaire carbonifère. De même, des végétaux d'une organisa-

(1) Ces lignes étaient écrites lorsque nous est parvenue la *Revue des questions scientifiques*, livraison de juillet, contenant p. 313 une note signée C. F., de laquelle il résulte que la prétendue fougère silurienne *Eopteris Morierei*, trouvée dans les schistes ardoisiers d'Angers, n'est qu'une arborisation de sulfure de fer entre deux feuillets de schiste. Au moyen d'un très grand nombre d'empreintes semblables de même provenance, M. Hermite a pu constater le fait : ce qui avait été pris pour le rachis de la fronde n'est qu'un canal creusé dans la vase encore molle, probablement l'empreinte de quelque annélide, par lequel le sulfure de fer s'est introduit pour s'infiltrer entre les feuillets du schiste. (Voir aussi le *Bulletin de la Société géologique de France*, séance du 19 mai 1879.) « On doit admettre, ajoute l'auteur de la note, qu'on n'a aucune donnée positive sur l'existence de végétaux terrestres antérieurs à l'époque d vonienne en ce qui concerne les terrains paléozoïques d'Europe. »

tion déjà aussi complexe, *ont dû* être préparés par une période « demeurée inconnue, » pendant laquelle des plantes terrestres, beaucoup plus simples, devaient couvrir, sous des pluies presque continuelles d'eaux chaudes encore, les premières parcelles de sol émergé. Au fur et à mesure que les pluies ont diminué, que l'atmosphère s'est éclaircie, que les terres se sont asséchées, la végétation s'est manifestée avec des formes nouvelles et des organes nouveaux appropriés à ces conditions nouvelles, pour offrir au règne animal des aliments d'autant plus riches qu'elle se perfectionnait elle-même davantage. De telle sorte que quand, après une première étape progressive, le règne végétal se maintient, durant de longs siècles, dans une pauvreté relative par le petit nombre de ses espèces et l'état coriace de ses tissus, la progression animale s'arrête ; et c'est là ce qui expliquerait pourquoi les mammifères, déjà apparus pendant la période du trias, se montrent longtemps rares, chétifs, imparfaits, pour n'entrer dans une phase de développement progressif qu'aux approches des âges tertiaires, quand la végétation commencera elle-même à entrer dans une période de multiplication indéfinie de ses types ; faibles et inoffensifs, aussi incapables de trouver une nourriture dans des plantes à tiges dures et à feuilles coriaces que de s'attaquer aux grands sauriens qui se partageaient alors le règne de la création, les mammifères des âges secondaires vivaient exclusivement des insectes, animaux terrestres à respiration trachéenne, et dont l'apparition remonte aux temps géologiques les plus reculés.

Les insectes, ordre principal de l'embranchement des articulés, offrent aux partisans de la théorie transformiste des rapprochements, des oppositions et des analogies qu'ils ont soin, et c'est leur droit, de ne pas négliger. Conçus d'après un plan très différent, fréquemment même inverse de celui des vertébrés, les insectes présentent cependant des organes et remplissent des fonctions homologues. Deux ordres de faits, indépendamment de leur respiration par

des trachées, les caractérisent plus particulièrement : une circulation imparfaite distribue chez eux la vie par une série d'anneaux munis chacun de ganglions distincts et doués d'une vie partielle ; la plupart subissent, dans le cours de leur existence, diverses métamorphoses, ne revêtant leur forme parfaite et définitive que pour se reproduire et mourir peu après.

Leur squelette tout extérieur s'est opposé à tout développement en dimensions de quelque importance, tandis que le sectionnement de la vie et la respiration trachéenne ont dû leur fermer toute issue vers une organisation plus élevée. Mais si l'on se reporte à l'état premier par lequel ils passent, à l'état de larves, état d'apparence vermiforme, et qui est pour beaucoup celui de la plus grande durée de leur vie, on est frappé des nombreuses analogies qu'ils présentent avec les annélides, l'une des classes inférieures de l'embranchement dont les insectes, considérés à l'état parfait, occupent le sommet. Tous les insectes, en tant que tels, sont terrestres ou aériens ; mais les larves d'un grand nombre d'entre eux sont exclusivement aquatiques et possèdent un appareil branchial qui tombera pour faire place aux trachées quand la larve deviendra insecte. L'état de larve représenterait donc une réminiscence, un reste d'un état antérieur et originaire qui aurait été général à la classe des insectes avant que, par des adaptations spéciales, par l'acquisition de nouveaux organes, cette classe se fût élevée bien au-dessus de celle des annélides dont elle ne se distinguait d'abord que très peu. Les premiers insectes ne différaient de leur nymphe ou même de leur larve que par l'adjonction d'ailes qui ne les rendait même pas nécessairement aptes à voler. Mais plus tard, à mesure que le monde des plantes progressera et s'enrichira de fleurs, de fruits, de sécrétions gommeuses, amylacées, huileuses, sucrées, la variété des insectes, longtemps restreinte, s'accroîtra à proportion pour utiliser toutes ces productions à sa nourriture.

Si l'on poursuit ces observations comparées, pour les étendre aux autres classes des articulés (myriapodes, arachnides, crustacés, etc.), on y relèvera la même convergence des ordres et des classes que pour les articulés, surtout si l'on remonte de part et d'autre aux origines. C'est du sein des eaux qu'a émergé la vie sous ses deux grandes formes, animale et végétale ; et les organes reproducteurs d'un grand nombre de plantes et d'animaux inférieurs exigent la présence de l'eau, tandis que c'est par le réservoir aqueux qu'ils contiennent à l'intérieur, que végétaux et animaux supérieurs, l'organisme humain lui-même, peuvent vivre et accomplir leur rôle en dehors de l'humide élément.

Les collections d'organismes éteints, retrouvés et classés chronologiquement par la paléontologie, permettent tous ces rapprochements et, comparées aux flores et aux faunes vivantes, atténuent, dans la série des êtres, sans les combler toutefois, d'innombrables lacunes ; en dehors d'elles, c'est partout par gradations insensibles que les divers organismes se suivent de proche en proche. N'est-il pas plus naturel de faire procéder les uns des autres des êtres entre lesquels les limites sont si difficiles à établir, que d'admettre une cause créatrice distincte et spéciale pour chacune de ces espèces sans nombre et de proche en proche si peu différenciées ?

A la question ainsi posée, il nous coûterait peu de répondre par l'affirmative, car elle n'impliquerait qu'une admission de convenance et de probabilité. Mais pour donner à cette probabilité et à cette convenance un caractère de certitude, nous ne saurions aller jusque-là.

II

Les affirmations transformistes.

Les voies ainsi préparées à la doctrine évolutionniste, il s'agit de la poser catégoriquement et de manière à défier, si possible, le choc de ces contradictions et de ces opposi-

tions que doivent toujours subir les théories nouvelles, « même les plus vraies et les plus fécondes. »

En tacticien habile, le champion de l'évolution, plus spécialement appliquée aux plantes, n'a garde d'épouser les exagérations du maître. Tout en brûlant, devant le « penseur énergique, habile et profond » qui a donné son nom à l'école transformiste, un encens qui serait une arme de bonne guerre s'il n'était avant tout un hommage sincère et courtois, le savant paléophytologiste récuse, pour sa doctrine telle qu'il la comprend, cette dénomination de *darwinisme* « qu'il est plus juste, dit-il, de restreindre à la série d'hypothèses à la fois hardies et ingénieuses dont le naturaliste anglais a été si prodigue. »

On ne saurait mettre urbanité plus exquise et plus fine courtoisie à se dégager d'une alliance compromettante et à repousser les tendances extrêmes d'un homme de mérite dévoyé, tout en bénéficiant de la portion légitime d'autorité qu'il doit à son incontestable talent. Mais peut-être l'ecrivain n'a-t-il pas échappé lui-même autant qu'il le croit aux *séries d'hypothèses* hardies et ingénieuses, comme on pourra le voir par la suite.

Il commence toutefois par poser les vraies bases de la théorie évolutionniste dans ce qu'elle a de sérieux et d'acceptable, en niant que cette théorie implique l'existence d'une variabilité universelle et incessante des êtres organisés. Puis il reprend, en les présentant sous des aspects différents et les appuyant sur de nouveaux exemples, les considérations dont nous avons déjà donné quelques aperçus. Mais toujours, dominé par la force même des choses, l'auteur, au lieu de faits précis et nettement déterminés, ne trouve à poser que des assertions plus ou moins conjecturales. Obligé de reconnaître que les exemples abondent d'êtres « demeurés à peu près invariables depuis un âge très reculé, » il ajoute que d'autres organismes *ont dû* changer et produire des variétés ; qu'*il n'y a rien d'impossible* à admettre que quelques-unes de ces dernières, plus accen-

tuées, aient dominé par l'exclusion des intermédiaires ; que l'*on conçoit* tous les passages de l'une à l'autre, etc., etc., argumentation qui peut bien démontrer la *possibilité* d'une théorie, mais ne suffit pas à en prouver la *réalité*.

Prenant à partie la thèse de M. Agassiz, qui, dans son livre sur l'espèce, voit les causes immédiates ou secondes des changements et modifications des formes organiques dans les révolutions du globe ou du moins dans les innombrables changements de sa surface géologiquement constatés, M. le comte de Saporta repousse cette thèse en s'appuyant sur l'impossibilité de déterminer non seulement les limites précises de chaque formation, mais même le nombre, l'étendue, la valeur relative de ces formations elles-mêmes. Sans aller jusqu'à la théorie des causes actuelles qui perd tous les jours du terrain, on n'admet plus guère non plus celle des cataclysmes universels ; et les perturbations brusques ou violentes qui ont pu se produire avant la création de l'homme n'ont jamais été assez générales pour détruire tout ou notable partie des êtres vivants. D'ailleurs les plantes et animaux terrestres avaient, pour échapper aux effets destructeurs des cataclysmes partiels, bien des moyens que ne pouvaient posséder les êtres marins, lors du desséchement des lacs ou des mers par exemple. La terre et l'air ne manquent pas comme les eaux, et par terre ou par air les animaux émigrent ; si les plantes, attachées au sol, ne peuvent, à la manière des animaux, émigrer comme individus, elles se propagent de proche en proche par leurs graines et leurs rejets et se conservent comme types.

Mais si l'on explique ainsi que la cause des variations dans les espèces n'est sans doute pas due, par destructions et créations sucessives, aux variations de la surface du globe, la conséquence nécessaire n'en est pas que cette cause soit dans la loi supposée de l'évolution. Comme toujours, les raisonnements tendant à faire ressortir la vraisemblance, la convenance, la probabilité si l'on veut d'une telle loi, sont sérieux et fondés. M. Gaudry, qui a fait sur

le règne animal, et dans le même esprit, un travail analogue à celui de M. le comte de Saporta sur le monde végétal, constate que les animaux se sont modifiés d'autant plus rapidement que leur structure était plus parfaite et qu'ils occupaient dans leur série un rang élevé. L'auteur voit là une contradiction à la pensée des partisans des créations successives : ces créations, en effet, « auraient dû être motivées par quelque chose, tandis qu'à des termes rapprochés, comme le sont les derniers étages tertiaires, il est impossible de comprendre pourquoi les espèces de tapirs, de mastodontes, de rhinocéros, se seraient remplacées à de si courts intervalles, alors que le règne végétal tout entier et l'immense majorité des animaux inférieurs avaient déjà revêtu les traits qui les distinguent encore. » Cette considération n'est assurément pas sans valeur : elle n'est pas non plus sans laisser place à la réplique. Dans les sciences d'observation, c'est souvent à chaque pas que se révèlent des faits ou des successions de faits dont la raison d'être nous échappe ; cette raison d'être n'en subsiste pas moins et finit parfois par se découvrir plus tard. Il en pourrait être de même ici. Sans doute la présence, dans un terrain, de fossiles d'une forme plus ou moins distincte de celle des fossiles observés dans le terrain précédent, n'implique pas « nécessairement » l'idée que ces espèces venaient d'être créées au moment de l'âge géologique où l'on commence à les observer ; sans doute, le nombre est considérable des lits de dépôts ou même des étages dont les fossiles sont absents ou réduits en débris informes, comme aussi de ceux que nos recherches n'ont pu encore atteindre ; sans doute enfin il existe, entre les diverses parties des règnes organiques, des traces de filiation ou tout au moins des liens d'analogie plus ou moins directe, puisque la plupart des genres sont les mêmes d'un étage à l'autre et que les espèces ne diffèrent que d'une manière presque insensible ; et cette dernière considération indique bien clairement, — comme l'ont pensé Cuvier, Flourens, M. Pictet et

tant d'autres, — l'existence d'un plan préconçu. Mais il n'en résulte pas que ce plan se soit nécessairement traduit par la loi de l'évolution, bien que la chose puisse paraître vraisemblable. L'unité de plan ne devient pas une « formule abstraite » chez les partisans des créations successives, qui n'y verraient qu'un dessein de l'Intelligence créatrice de réunir, par les traits généraux et les détails de leur organisation, les êtres produits par Elle isolément et à plusieurs reprises; car il se pourrait que tous ces êtres eussent été bien véritablement créés, successivement et sans dérivation mutuelle ou subséquente, en vertu d'une loi promulguée *in principio* par l'Auteur de toutes choses, sans que cette loi fût celle de l'évolution.

Les changements que nous constatons journellement au sein de chaque espèce et d'où proviennent ces modifications de formes plus ou moins constantes désignées sous les dénominations de *variétés* et de *races*, pourraient sans doute avoir lieu au sein des genres pour créer des espèces, au sein des ordres pour créer des genres ; rien, logiquement et rationnellement ne s'y oppose, c'est une chose de l'ordre des possibles. Est-elle aussi de l'ordre des réalités ? La fixité de l'espèce est justement, dit l'auteur, « ce qu'il faudrait prouver, non seulement en ce qui touche l'heure présente, mais pour toute la durée des périodes antérieures. » Ce qu'il faudrait prouver ? Mais, au moins pour la période actuelle, cette preuve semble faite, puisque, sous la réserve douteuse d'une seule exception — une seule — réalisée artificiellement et par le concours de l'homme — on n'a jamais pu obtenir ni races, ni variétés, ni hybrides qui se soient définitivement séparés, pour former une espèce nouvelle, de l'espèce unique, ou des deux espèces dont ils provenaient. Reste la durée des temps antérieurs à laquelle cette preuve, il est vrai, ne s'applique pas, si ce n'est par voie d'analogie ; mais alors n'est-on pas en droit de retourner l'argument et de demander aux partisans de l'évolution de faire la preuve de la non-fixité de l'espèce aux temps géologiques ?

Reconnaissant que les traces de l'évolution s'affaiblissent au fur et à mesure que l'on s'éloigne le plus de son point de départ, pour disparaître à la fin, l'auteur avoue, avec cette sage réserve à laquelle se reconnaissent toujours les vrais savants, que là où le fil conducteur s'arrête, le savant lui aussi doit s'arrêter « et avouer franchement son ignorance. » C'est là le véritable esprit scientifique. Mais, pour s'y conformer jusqu'au bout, ne faut-il pas aussi se borner à poser sous forme interrogative, et se garder de donner comme acquise et inattaquable, une théorie dont le fil conducteur s'arrête en chemin pour laisser la place à une ignorance franchement avouée?

L'unité de plan, ramenée à la mesure des liens qui unissent tous les êtres (1) et représentée sous cette ingénieuse figure d'un arbre généalogique immense dont on ne retrouve plus maintenant que des fragments épars, est incontestablement une belle conception qui charme l'esprit et l'incline en faveur de la théorie chère à l'écrivain. Mais puisque « les branches mères qui correspondent aux embranchements et aux règnes échappent à nos investigations (2) » et que du surplus de l'arbre nous ne possédons que des *fragments épars*, comment affirmer, d'une manière ferme et certaine, la direction exacte de ces branches mères et de ces fragments? Cette insuffisance de démonstration a bien été comprise, et c'est à deux nouveaux ordres de faits qu'il a été demandé d'autres preuves, nous voulons parler de la domestication et de l'hérédité. La première provient exclusivement de l'action de l'homme cherchant à soumettre à son appropriation et à son usage les plantes et les animaux dont il croit pouvoir tirer une utilité quelconque; de la seconde, indépendante de lui quant à son principe, il sait cependant s'approprier dans une large mesure les effets et les conséquences qu'il dirige en vue

(1) P. 62.
(2) P. 63.

de résultats parfaitement prévus et déterminés d'avance.

Étant admise la supposition, à un point de vue général (1) contestable, que l'homme a commencé par l'état sauvage, et cette autre donnée, non moins hasardée, que les premiers hommes étaient « exclusivement » chasseurs (2), il est essentiellement admissible qu'ils cherchèrent à s'approprier et à soumettre à leur domination, pour en tirer parti selon l'échéance de leurs besoins, les animaux qu'ils parvenaient à capter. De même, lorsque après s'être longtemps nourris de fruits sauvages et des graines que fournissait spontanément l'herbe des prairies, ils se livrèrent à de premières tentatives de culture, ils ne tardèrent pas, sans doute, à dédaigner celles de ces plantes dont ne s'amélioraient point les parties comestibles, quand ils virent peu à peu grossir et s'enrichir d'éléments de nutrition celles qui étaient destinées à devenir nos céréales. Ces progrès de la domestication ne s'accomplirent qu'avec une extrême lenteur si l'on s'en rapporte aux débris retrouvés concurremment avec ceux sur lesquels a été fondée la

(1-2) Nous disons que cette supposition est contestable *au point de vue général*. En effet, toute considération religieuse mise à part, la Bible est un document aussi recommandable par son antiquité que par son authenticité et les lumières historiques qu'il jette sur les premiers errements de l'humanité naissante. Il est donc scientifiquement licite — nous dirions volontiers obligatoire — d'en tenir compte au moins comme indice d'un état de choses qui a pu exister. Or, la Genèse nous montre les premiers de tous les hommes, pasteurs et agriculteurs, nantis de certains éléments d'une civilisation au moins rudimentaire, puisque Caïn, après s'être éloigné dans la direction de l'Orient, avec sa femme et ses enfants, du premier berceau de l'humanité, bâtit une ville. Toutefois il est parfaitement rationnel d'admettre, qu'à la suite surtout du déluge universel, les tribus humaines émigrées dans les régions relativement inclémentes de l'Occident, tombèrent rapidement dans cet état quasi sauvage par lequel on veut qu'elles aient commencé toutes et partout ; et comme c'est surtout en Europe et au Nord de l'Amérique que l'on a pu trouver des débris de diverses sortes attestant cet état sauvage, les considérations basées sur cette donnée n'en conservent pas moins toute leur valeur en ce qui concerne les régions occidentales et septentrionales. — Cependant, même avec ces restrictions, il nous paraît difficile d'admettre qu'il n'y ait pas eu des hommes pasteurs aussi anciennement que des hommes chasseurs, au moins dans certaines contrées.

chronologie comparative des divers âges de la pierre et de celui du bronze (1). Puis, lorsque la véritable civilisation apparut enfin, les conquêtes de la domestication proprement dite et celles de la culture, cette domestication des plantes, ne tardèrent pas à couvrir le monde policé de leurs riches et innombrables produits. Plantes alimentaires, oléagineuses, saccharines, fourragères, textiles, tinctoriales, médicinales, fruits de toute sorte, voilà pour la culture; et quant aux produits animaux, ils sont peut-être plus innombrables encore, et l'adaptation des bêtes de somme, de trait, de selle, de chasse, des productions en laines, poils, peaux, plumes, viande, etc., à tous les services, emplois ou destinations que l'homme a désirés, est présente à tous les esprits. Notre écrivain attire surtout l'attention sur trois espèces d'animaux domestiques, qui la méritent plus particulièrement : le cheval, le chien et le porc. Que de races distinctes et spéciales l'homme n'a-t-il pas tirées de l'espèce chevaline ! Du svelte coursier arabe, rapide comme la gazelle et du fier pur-sang anglais non moins propre à la course, au vigoureux cheval de labour ou de gros trait, capable de traîner les plus lourds fardeaux, du cheval dur au froid de la Sibérie, des îles Falkland ou de l'Amérique du Nord, à celui des déserts de sable et des contrées tropicales, que d'innombrables intermédiaires ! « A l'imitation de la nature, l'homme a fait surgir partout de nouveaux êtres analogues à ceux que nous désignons du nom d'espèces (2). »

(1) On sait qu'un grand nombre de savants compétents, parmi lesquels on peut citer MM. l'abbé Hamard et Arcelin bien connus des lecteurs de cette *Revue*, sans méconnaître l'utilité que peut avoir cette classification chronologique, ne lui assignent qu'une importance relative et en tout cas très inférieure à celle qu'avaient prétendu lui donner ses auteurs. Ces divers âges ont existé, mais à toutes les époques préhistoriques et même historiques, suivant le génie des diverses races, leur plus ou moins d'aptitude au progrès et à la civilisation, etc. — Les âges de la pierre existent encore de nos jours chez des races sauvages incapables de s'élever par elles-mêmes à une civilisation même rudimentaire.

(2) P. 78.

Plus grande encore peut-être est la variété de races dans l'espèce chien, et, d'après l'auteur, cette espèce serait bien une création de l'homme. Les uns ont cru voir en elle une descendance du loup, d'autres une race domestiquée du chacal, d'autres enfin le produit d'une race sauvage primitive et unique qui se serait perdue. M. de Saporta incline à en faire le produit de plusieurs espèces d'abord distinctes, puis diversement mélangées, tout en reconnaissant qu'il y aurait là une adaptation excessivement ancienne, puisque nos principales races actuelles, ou des races tout à fait analogues, existaient déjà, les documents historiques en font foi, dès l'antiquité la plus reculée.

Le porc aurait aussi une double origine ; toutes les races de cette espèce, sans exception, dériveraient à la fois du sanglier et d'une espèce porcine originaire de l'extrême Orient (Siam et la Chine) et aujourd'hui perdue. On sait du reste à quelle extrême variété de résultats dans les formes de cet animal l'on arrive, par des modes d'engraissage appropriés au but que l'on poursuit, en vue de développer telles parties aux dépens de telles autres.

Toutes les bêtes domestiques fournissent du reste des exemples frappants de la malléabilité, de la plasticité pourrait-on dire, de l'organisme des races animales et de la facilité avec laquelle elles se laissent en quelque sorte pétrir et mouler à la volonté, au caprice de l'homme.

Bien moins grande, bien plus bornée est cette faculté dans les races végétales, également plus rebelles à l'acclimatation dans des contrées trop sensiblement différentes de celles qui les ont vu naître. La plante n'a pas l'unité de l'animal ; elle est plutôt un agrégat d'organes associés et solidaires, sur l'un desquels d'ailleurs on ne saurait agir sans réagir en même temps sur tous les autres ; en elle les appareils sexuels sont multiples et temporaires, disparaissant dès qu'ils ont accompli leurs fonctions, se fécondant du reste réciproquement, soit par l'action des vents soit par celle des insectes ; enfin dans la plante, pas de spontanéité,

pas de mouvements volontaires et surtout pas de foyer de combustion interne entretenant un centre de chaleur pour résister aux rigueurs du froid. Malgré des conditions aussi dissemblables et aussi défavorables à l'action de l'homme, celle-ci n'a pas laissé néanmoins de s'exercer : si certaines plantes, plus cosmopolites, vigne, blé, pomme de terre, maïs, riz, tabac, ont pu s'étendre bien au-delà de leur aire naturelle d'habitation, que de variétés de fleurs, de fruits, de formes diverses n'a-t-on pas, en une foule de lieux, réalisées, et que d'améliorations, comme qualité et quantité, dans les parties que l'homme emploie, n'offrent pas certaines céréales comparées à leurs types botaniques et sauvages?

La conclusion que l'école transformiste tire de ces faits et d'autres semblables est que les races domestiques ou cultivées sont de véritables *espèces* créées par l'homme en vue de lui-même à l'instar des espèces créées par la nature : et l'influence de celui-ci s'étant exercée beaucoup plus rapidement que l'action de celle-là, les résultats n'ont qu'une solidité proportionnellement inférieure. Ainsi s'expliquerait le prompt retour à l'état primitif et sauvage de ces espèces artificielles une fois que, livrées à elles-mêmes, elles cessent de recevoir les soins incessants de l'homme.

Une loi bien évidente dans la nature est invoquée aussi à l'appui des considérations qui précèdent. C'est la loi de l'hérédité par suite de laquelle les attributs, les qualités, les dispositions des êtres générateurs, des *parents*, se transmettent aux êtres semblables qui en sont issus. Cette loi a bien pour conséquence la fixité relative des espèces; mais, suivant l'école transformiste, elle contribue aussi à y introduire des changements qu'elle consacre ensuite avec l'aide du temps. — En sorte que telle modification dans la constitution générale d'un organisme ou même dans la forme de certains organes, produite par l'effet des circonstances extérieures, se transmettrait aux descendants; de nouvelles modifications, adaptations ou appropriations venant, par

la suite des générations, s'ajouter successivement aux premières, puis transmises à leur tour aux descendants, on comprend aisément, — si les choses se passaient réellement ainsi dans l'ordre des faits — comment les espèces et même les genres pourraient passer de l'un à l'autre. Que si l'action raisonnée de l'homme intervient au lieu de laisser agir le hasard des rencontres, qui ne voit avec quelle accélération comparative se produiront et se multiplieront les mêmes résultats?

A la vérité les faits observés, l'éminent écrivain le reconnaît lui-même, ne répondent pas toujours à l'appel de la théorie. Si certaines anomalies de conformation, d'origine inexpliquée, se maintiennent parfois durant plusieurs générations ; si l'on peut, « à la rigueur, » expliquer, par une fixation due à l'hérédité de difformités originairement accidentelles, de singularités comme la bosse des dromadaires et celle du bœuf zébu, les loupes charnues du porc à large groin (phacochère); on est bien obligé de reconnaître aussi que des altérations artificielles répétées sur de nombreuses générations successives sont sans influence aucune sur la forme de naissance (1). Mais si l'organisme réagit en beaucoup de cas, « il suffit qu'il se modifie dans d'autres, pour que certains accidents *aient pu* se transmettre par voie héréditaire (2). »

Pour fixer plus sûrement certaines modifications ou certains caractères, la consanguinité, c'est-à-dire, la fécondation mutuelle entre organismes issus des mêmes parents, offre, habilement dirigée, une ressource précieuse. Les croisements entre différentes races d'une même espèce, permettent d'obtenir, par la combinaison de formes ou de

(1) Diverses races sauvages, de temps immémorial, exercent sur tous leurs enfants certaines mutilations, toujours les mêmes, telles que l'extraction des incisives ou d'une phalange ou même la semi-castration (Cafres) sans que jamais la conformation naturelle en ait été affectée. De même on aura beau couper la queue à une longue suite de générations de chiens, on ne pourra jamais arriver à obtenir des chiens qui naissent sans queue.

(2) P. 93.

qualités différentes, des qualités ou formes intermédiaires. Enfin, l'hybridité ou croisement d'espèces congénères permettrait de créer des types réalisant une association heureuse dans les qualités dominantes des deux composants ; et c'est ainsi, selon M. de Saporta, que l'homme aurait à l'origine créé le chien, lequel, suivant les pays, présente des analogies frappantes ici avec le chacal, là avec le loup, ailleurs avec le renard; et encore le porc qui semble un sanglier domestique sur certains points, sur d'autres un produit direct de l'industrie humaine. En émettant ces assertions, il fallait prévenir l'objection tirée de l'infécondité constante des hybrides à moins que leur fécondité n'ait pour effet le retour, après quelques générations, à l'un des types composants ; dans l'un et l'autre cas la prétendue influence de l'hybridité, qui est, dit l'auteur, « le nœud même de la doctrine transformiste, » se verrait annulée. Mais, ajoute-t-il, « la stérilité des hybrides n'est ni absolue, ni permanente; elle présente bien des degrés divers et successifs, depuis la fécondité partielle jusqu'à la fertilité constante et indéfinie, perpétuée à l'aide de nouveaux croisements avec l'une des deux formes parentes. » Quelques exemples à l'appui de cette affirmation n'eussent pas été inutiles, non plus que pour corroborer celle-ci : « Deux espèces voisines en apparence donnent lieu à des produits viciés, tandis que l'on voit d'autres hybrides provenant d'espèces bien plus éloignées présenter des produits féconds, au moins partiellement. » Que faut-il entendre par cette fécondité partielle ? ou cela signifie une fécondité décroissante s'éteignant après un petit nombre de générations, ou la signification nous en échappe. Quant à une fécondité rendue indéfinie au moyen de croisements avec l'une des espèces parentes, ce ne serait toujours, en supposant le fait démontré, qu'une fécondité artificielle. Dire que le retour des hybrides, après quelques générations, à l'une des souches mères, n'est qu'un cas d'atavisme (1), c'est ériger en

(1) P. 98.

exception la règle la plus fréquente. Ajouter ensuite que « si les espèces sont presque toujours *stériles entre elles*, si les hybrides qu'elles produisent *accidentellement* le sont au moins partiellement, il ne s'ensuit pas qu'une différence originelle s'élève comme un mur infranchissable pour les séparer, » c'est retomber dans ce mode d'argumentation qui indique une simple possibilité et par conséquent ne prouve rien.

Nous avons dit plus haut qu'il n'existait qu'un exemple plus ou moins valable de fécondité indéfinie d'hybride sans retour jusqu'ici constaté à l'un des types composants. C'est le produit du lièvre et du lapin, le léporide, lequel résulte de l'action raisonnée de l'homme seulement et non de rapprochements naturels ou fortuits. Ce n'est que par pure hypothèse que l'on peut attribuer plusieurs origines au cochon ou au chien. Pour le premier, où sont les traces de cette espèce perdue de l'extrême Orient, dont l'industrie humaine aurait fait une espèce nouvelle et à part n'ayant rien de commun avec l'espèce commune due à la domestication du sanglier ? Comment établir la légitimité de cette prétendue espèce qui pourrait aussi bien n'être qu'une race, modifiée dans ses caractères accessoires par l'influence du sol et du climat ? Le fait ne paraît guère mieux établi pour le chien, parent à la fois du loup, du chacal et du renard. La classification la plus généralement admise range la famille des *caniens* en deux ou trois genres parmi lesquels il en est un composé des seuls renards, un autre du chacal, du loup et du chien proprement dit, tous trois formant le genre chien. Or est-il irrévocablement et irréfutablement établi que ces trois derniers soient séparés par les caractères nettement tranchés qui seuls légitiment la distinction des espèces ? Entre un tigre, un lion et un chat, entre une yeuse, un liège et un chêne rouvre, personne n'hésitera ; chacun reconnaîtra bien trois félins et trois chênes sans méconnaître un seul instant la différence de leurs espèces. Mais si vous mettez en présence un mâtin, un loup et un chacal,

en sera-t-il de même ? Où est le caractère zoologique bien accusé qui les sépare ? Ajoutez, à côté du mâtin, un griffon, un bouledogue et un lévrier, n'offriront-ils pas entre eux infiniment plus de différences, au moins apparentes, que les trois premiers ? Cependant du mâtin, du lévrier, du bouledogue, du griffon, etc., on ne fait que des races d'une même espèce, et l'on veut voir des espèces certaines dans le chien, le loup et le chacal ! N'y a-t-il pas là au moins une incertitude dans la classification ? En admettant donc comme certaine la double ou triple filiation de la race chien actuelle par le loup, le chacal et un chien primitif, ce qui n'est encore qu'une conjecture, il n'en résulterait pas, en faveur de la thèse transformiste, un argument irrésistible. Que les innombrables variétés de chiens existant à la surface du globe proviennent de croisements originaires entre deux ou trois types primitifs issus d'une souche commune, ou bien d'adaptations diverses de ces mêmes types à des conditions d'habitat non moins variées, ou enfin de la combinaison à différents degrés de ces deux causes réunies, l'on ne voit pas que la doctrine transformiste puisse trouver là une preuve bien convaincante.

Il en sera de même, à plus forte raison, des nombreuses races du cheval, parmi lesquelles on ne trouvera jamais les éléments d'une différenciation légitime en plusieurs espèces.

Tant que les modifications et adaptations obtenues sur les animaux par une savante culture et les soins raisonnés de l'homme, en vue d'un résultat prévu et voulu d'avance, n'auront pas été rendues assez fixes et assez solides pour, une fois acquises, se conserver indéfiniment en dehors de son concours et malgré le retour à l'état de nature, il ne sera pas permis de dire que l'homme a créé des espèces: ce n'est que par pure hypothèse que l'on peut expliquer le retour de ces formes nouvelles à l'état primitif par un manque de fixité résultant de la date récente de leur obtention, comme c'est également par une supposition non

prouvée, si vraisemblable qu'elle puisse être, que l'on explique les passages des espèces paléontologiques par des adaptations et appropriations d'une extrême lenteur et d'une solidité proportionnelle.

Toutes ces objections à la certitude de la doctrine évolutionniste en matière animale, acquièrent une force bien plus grande encore appliquées au règne végétal. Qui ne connaît les difficultés le plus souvent insurmontables que rencontre l'acclimatation des végétaux d'une latitude, d'un sol, d'une exposition, à un aspect, en un terrain, sous un parallèle différents ! Toute une école même de botanistes et d'horticulteurs, et non des moins distingués, conteste absolument la possibilité d'une acclimatation véritable, c'est-à-dire de l'appropriation à un climat de plantes constituées par un climat sensiblement différent, au point de fructifier et se reproduire naturellement dans la patrie nouvelle. Ils n'admettent que la *naturalisation* des végétaux étrangers dans des climats analogues à celui de leur origine. S'il est dans cette théorie quelque exagération, elle montre du moins quel haut degré de fixité beaucoup de savants attribuent aux caractères des espèces végétales. Les embellissements, améliorations, accroissements de certaines qualités obtenus sur les plantes par la culture n'ont aucune stabilité en dehors de cette culture même, et il n'y a plus, à cet égard, de différence entre les plus anciennes races cultivées et les plus récentes. En somme les possibilités, convenances, probabilités si l'on y tient, exposées en faveur de l'évolution dans le règne animal ont beaucoup moins de valeur probante si on les transporte au monde des plantes. Aussi est-il remarquable — et cette remarque a été faite (1) — que dans l'importante partie de son ouvrage consacrée à soutenir la doctrine transformiste en faveur du règne végétal, l'éminent écrivain, à de rares exceptions

(1) Voir le journal *Le Français* du 29 juillet 1879. — *Variétés.*

près, n'emprunte guère ses exemples qu'au monde des animaux.

Il est cependant un ordre de considérations que M. le comte de Saporta n'a point abordées et qui, sans lui fournir une preuve ferme et certaine en faveur de sa thèse, pourrait lui prêter quelque appui.

En admettant, dans tous les développements que l'école leur suppose, les effets de l'hérédité, du croisement, de la récurrence, il expose par quelle hypothèse ingénieuse, « mais qui pourtant laisse l'esprit aussi perplexe après qu'il l'a écoutée qu'auparavant, » M. Darwin cherche à expliquer quelle est la force, une et multiple, toujours permanente et active, raison d'être de tout ce qui est organisé, par laquelle se produisent ces effets infiniment variés. Cette théorie que M. Darwin appelle *pangénèse* (génération universelle), est empruntée, dans ses bases essentielles, aux molécules organiques de Buffon. Il suppose que chaque cellule organisée serait pourvue d'une vie individuelle et aurait la faculté d'émettre comme des bourgeons, des « gemmules cellulaires » susceptibles de circulation dans les fluides de tout le système, de subdivision et de développement ultérieur. Accumulés dans l'intérieur des corps vivants, ces gemmules infiniment petits donneraient la raison d'être de tous les phénomènes d'hérédité, de modification de caractères, d'adaptation, de métamorphoses, aussi bien que de la croissance et du développement normal. A la vérité cette supposition de la propriété qu'aurait chaque cellule d'émettre des gemmules capables de la reproduire, est entièrement gratuite par elle-même, l'auteur le reconnaît loyalement. En sorte que, si satisfaisante que soit l'explication qu'elle donne des phénomènes d'évolution, non prouvés eux-mêmes, elle ne leur procure pas grand appui et laisse en effet l'esprit qui l'a écoutée « aussi perplexe qu'il l'était auparavant (1). »

(1) P. 100.

Mais il existe, non plus une théorie, un ordre de faits cette fois ; faits récemment constatés par M. le Dr A. Béchamp, doyen de la faculté de médecine de l'Université catholique de Lille (1), et qui, renversant de fond en comble la théorie de Buffon et celle que M. Darwin a bâtie sur elle, les remplacent avantageusement, même au point de vue auquel se place M. de Saporta.

Il s'agit de corpuscules vivants infiniment petits, paraissant être doués de vie en permanence, et qui existent dans tous les corps vivants, ou ayant eu vie, dans l'atmosphère, dans la plupart des matières organiques, enfin dans toutes les matières inorganiques contenant des débris d'organismes. Principes de tous les ferments, ou plutôt ferments eux-mêmes, ces petits corpuscules, auxquels celui qui les a le premier découverts a donné le nom de *microzymas*, pourraient être appelés des *atomes vivants* si l'on pouvait encore admettre aujourd'hui des atomes étendus. Il en existe de divers ordres et de divers volumes, et l'exiguité de certains d'entre eux est telle que, pour remplir une cavité qui serait représentée par la fraction décimale 0me 000 000 001, c'est-à-dire, un millimètre cube, le nombre de microzymas nécessaire serait de plus de quinze milliards (15 281 100 000) ! Le diamètre de ces corpuscules, dont la forme apparente est sphérique, est de cinq dix-millièmes ou un demi-millième de millimètre (0mm000 5). Il y en a de plus gros ; mais il y en a aussi de plus petits dont le diamètre est inférieur, en moyenne, à deux dix-millièmes de millimètre (0mm000 2) ; et quant aux plus forts, ils ont moins de trois millièmes de millimètre (0mm003) de diamètre. Chaque microzyma contient 80 pour cent d'eau, plus des ma-

(1) *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 2e année 1877-1878, 2e partie, p. 371 et suiv.

Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1866. T. LXIII. Du rôle de la craie dans les fermentations butyrique et lactique, et des organismes actuellement vivants qu'elle contient.

Annales de chimie et de physique, 3e série. T. L, LIV ; 4e série T. XXIII.

tières minérales (environ 3 pour cent) et enfin deux matières organiques et organisées, dont la composition est en l'une sensiblement la même que celle de l'albumine, et en l'autre analogue à celle du ligneux, le tout contenant quatre cent cinquante atomes de corps simples.

Ces microzymas sont bien des corps organisés et vivants, car ils se nourrissent et se reproduisent ; ils engendrent des bactéries et des vibrions, provoquent la formation de cellules, et les cellules elles-mêmes peuvent disparaître par régression en microzymas. Tant qu'un corps a vie les microzymas que contiennent ses cellules, croissent, se développent, évoluent (1). Quand la vie quitte ce corps, les microzymas ne peuvent plus se nourrir que de la substance même des cellules ; et c'est ainsi qu'à la longue l'effet de la décomposition est de ne plus laisser qu'un résidu pulvérulent. Cette poussière ce sont les microzymas des cellules disparues dont se composait le corps organisé que la vie a quitté. Privés d'alimentation les microzymas n'évoluent plus, mais la vie, pour cela, ne les quitte point ; elle demeure en eux à l'état latent jusqu'à ce qu'un nouvel aliment soit donné à ses manifestations. C'est ainsi que les craies

(1) « Le jaune de l'œuf, à un certain moment, n'est formé, sauf la vésicule germinative, que par une foule innombrable de granulations moléculaires, c'est-à-dire de microzymas au sein d'une masse complexe et diaphane. Au moment de l'incubation les grosses cellules vitellines, qu'on aperçoit à certains moments dans le jaune, disparaissent. Si l'on examine toutes les douze heures ce que devient l'embryon, on voit que tous les systèmes organiques sont représentés par des traînées et des groupes de microzymas ; les cellules du sang sont d'abord des amas de ces granulations. On assiste de la même manière au développement du système nerveux et des cellules nerveuses. Dans cette masse de matière granuleuse il s'établit des traînées régulières ; on voit d'une façon vague les vaisseaux se constituer et, dans ces vaisseaux embryonnaires, se former les agglomérations granuleuses, qui seront les globules du sang. Ensuite et peu à peu, ces formes se limitent par une enveloppe, et le globule sanguin se trouve formé suivant un mode semblable à celui qui donne naissance aux cellules qu'engendre la mère de vinaigre dans un milieu convenable. » *Les Microzymas* par M. A. Béchamp, conférence faite à l'assemblée générale de la Société scientifique, du 24 octobre 1877. — *Annales de la Soc. Sc. de Bruxelles*, *l. c.*

de l'étage crétacé, le calcaire oolithique, les marnes, tous les calcaires à quelque âge géologique qu'ils se rapportent, contiennent des microzymas ; et ces microzymas sont bien vivants, car si vous les mettez, dans des conditions convenables, en rapport avec des matières organiques, ils agiront sur elles à la manière de ferments (1).

De tels faits, dont M. de Saporta semble n'avoir pas eu connaissance, peuvent apporter à la doctrine raisonnablement transformiste un élément de probabilité bien autrement sérieuse que la théorie arbitraire de la pangénèse reposant sur des « suppositions entièrement gratuites » et « laissant l'esprit aussi perplexe qu'il l'était auparavant. »

Mais même avec ce secours inattendu la doctrine ne peut revêtir d'autre caractère que celui de l'hypothèse, et l'erreur d'un esprit aussi éminent et aussi supérieur, ce n'est pas d'adopter cette doctrine, c'est de vouloir la donner comme une certitude acquise.

Il y a, dans la science, des théories bien autrement probables, bien autrement voisines de la certitude que la théorie évolutionniste et pour lesquelles personne ne songe à

(1) Si, dans une certaine quantité d'eau sucrée, on introduit de l'acide phénique ou de la créosote à dose non coagulante, une goutte par décilitre, par exemple, la dissolution se conservera indéfiniment sans s'altérer, le sucre ne se transformera point, rien d'organisé n'apparaissant dans le mélange. M. le Dr Béchamp, ayant introduit dans un mélange de ce genre, un peu de carbonate de chaux sous forme de craie de Meudon, ne fut pas peu surpris de constater que le sucre de canne qu'il avait employé se transformait, quoique lentement, en sucre de raisin, et que la présence de la craie, en dépit de celle de la créosote, provoquait une véritable fermentation avec dégagement d'acide carbonique et d'oxygène.

Ce fut là le point de départ. Pendant dix ans le laborieux et patient chimiste étudia la question sous toutes ses faces, multiplia les expériences et finit par découvrir dans la craie de Meudon, puis ensuite dans tous les calcaires naturels, la présence d'une infinité de *petits corps* (ainsi les nomma-t-il d'abord), visibles au microscope, mais seulement sous un grossissement de huit cents diamètres. C'étaient les microzymas. Après de nombreuses et savantes recherches, il put établir scientifiquement, c'est-à-dire, en s'appuyant exclusivement sur des faits rigoureusement observés, les modes d'existence et d'action de ces germes infinitésimaux, agents de toute vie organique.

revendiquer ce caractère : ainsi la théorie cosmogonique de Laplace, que, depuis l'immortel auteur de la Mécanique céleste, tous les progrès des sciences, tous les faits nouvellement constatés, ont constamment corroborée et vérifiée... Pourquoi vouloir élever plus haut une thèse infiniment plus nouvelle, à laquelle les faits manquent et qui ne parait pas d'ailleurs indispensable aux progrès de la science?

III

L'évolution des climats.

Ce titre : « L'évolution des climats, » n'est pas emprunté à l'ouvrage que nous cherchons à apprécier. On croit pouvoir l'adopter toutefois. Qu'est-ce en effet, sinon une évolution, que cette transformation successive des climats qui, débutant, aux temps cambriens et siluriens, par le maximum simultanément réalisable de l'extrême chaleur et de l'extrême humidité, en sont arrivés graduellement, à travers les myriades des siècles géologiques, à l'échelle de nos climats contemporains, variant des ardeurs torrides de la zone équatoriale aux rigueurs des froids polaires? Plus justement qu'aux règnes organiques, sinon dans un sens identique, l'idée d'évolution peut leur être appliquée : quels qu'en soient le mode et la cause, cette évolution est un fait scientifiquement constaté, tandis que celle des êtres organisés repose sur d'ingénieuses hypothèses, sur des analogies nombreuses et satisfaisantes pour l'esprit, mais non, — nous croyons l'avoir démontré — sur un enchainement de faits inattaquables.

Cette évolution des climats n'en constitue pas moins un ordre de phénomènes parallèles ou coexistants au développement de l'échelle des êtres organisés animaux et végétaux ; et, étant donnée la théorie transformiste, qu'on l'accepte avec l'école pour une certitude, ou seulement, avec

plus d'indépendance d'esprit, pour une hypothèse possible, la marche et les modifications successives de la répartition de la chaleur et de l'humidité sur le globe et les diverses régions du globe, se lie de trop près à elle pour qu'il soit permis de n'en pas tenir compte.

Les « anciens climats » occupent donc, et avec raison, une place importante dans le *Monde des plantes*. Si les observations météorologiques et thermographiques faites et recueillies jusqu'ici, combinées avec les données de l'histoire n'ont permis de constater aucun changement sensible et durable dans les climats durant l'âge historique du globe, il en est tout autrement de la longue série des durées antérieures. La flore et la faune de chaque âge, restituées par les admirables travaux de la paléontologie, permettent de jauger en quelque sorte les doses de chaleur et d'humidité, ces deux facteurs essentiels de la vie, départies, suivant les époques, aux diverses régions de la surface terrestre.

En remontant à ces âges primitifs de l'humanité, antérieurs à toute histoire profane, que la géologie a nommés *post-pliocènes* ou *quaternaires*, on est frappé de l'extrême humidité qui régnait certainement sur notre hémisphère et probablement sur le globe tout entier. — Ce n'étaient partout que vastes estuaires et nos plus grands cours d'eau actuels ne sont que comme des rigoles laissées au fond de leurs lits par les fleuves gigantesques d'autrefois. Par une conséquence assez naturelle de cet état de choses, les groupes montagneux se couvrirent de frimas, et nos glaciers actuels ne sont plus que la miniature de ceux qui régnèrent alors, quand les glaces du mont Blanc par exemple s'étendaient au nord jusqu'au Jura et descendaient à l'est jusqu'à Lyon, celles de la pointe orientale des Pyrénées (Argelès) jusqu'à la Lozère et au Cantal. Un refroidissement général ne paraît pas avoir été, comme beaucoup de géologues l'ont cru, la suite de cette extension des glaciers ; car les restes d'une faune et d'une flore qui témoignent d'un climat très doux et très égal s'associent, dans les

alluvions quaternaires, aux fossiles d'êtres organisés pour vivre dans des climats au contraire très froids. Le figuier, la vigne, le laurier des Canaries lui-même croissaient dans le bassin de Paris, et non bien loin d'eux le chêne, l'érable, le tilleul, les pins : à côté du mammouth à l'épaisse et soyeuse fourrure se rencontrait l'*elephas antiquus* voisin de notre éléphant asiatique ; l'hyène du Cap cherchait sa proie dans le midi de la future France, tandis que l'hippopotame africain peuplait les eaux de la Seine. A la limite des glaciers, réunion ou voisinage des deux faunes et des deux flores ; à distance d'eux, dans les vastes plaines et les vallées à rebords peu élevés, règnent seuls les organismes des climats doux auxquels le froid est comme inconnu et dont la température moyenne ne saurait être évaluée au-dessous de quatorze ou quinze degrés centigrades.

Si l'on s'élève plus haut dans la suite des âges, on peut constater, dans le tertiaire supérieur ou pliocène, une végétation lyonnaise de bambous, de magnolias, de chênes verts ayant mêlé leur feuillage à celui du laurier rose et de l'avocatier des Canaries ; c'est la révélation d'une température moyenne annuelle de dix-sept à dix-huit degrés, plus haute de six à sept degrés que celle d'aujourd'hui dans la même région, plus élevée même, au quarante-sixième parallèle, que celle qui régnait pendant l'âge quaternaire au quarante-troisième (Biarritz, Marseille, Florence).

Plus haut encore, dans le miocène (tertiaire moyen), l'élévation de la température s'accentue davantage. Ici la série des latitudes, du 40e au 80e, au 82e degré même, c'est-à-dire du midi de l'Europe (1) au proche voisinage du pôle, a pu être reconstruite. Dans la Terre de Grinnel, au nord du détroit de Smith, entre le canal de Kennedy et le canal Robeson (2), par 81 à 83° de latitude nord, à moins

(1) Le quarantième parallèle passe au sud de Madrid, traverse Minorque, la Sardaigne, Otrante, le nord de l'Épire, l'entrée des Dardanelles.

(2) Voir, dans la *Revue* d'avril 1877, *Les explorations arctiques* par le R. P. Praile et la carte y annexée, p. 628.

de deux cents lieues du pôle, il existe des restes fossiles de forêts où le sapin (*Abies pectinata*) et le cyprès chauve (*Taxodium distichum*) se montrent associés au peuplier, au coudrier, au bouleau, à la viorne, et où, sur les bords des cours d'eau, le nénuphar flottait ombragé par les roseaux : la température qui permettait à une telle végétation de s'épanouir, ne devait pas osciller plus bas que + 7° à + 8°. Un peu plus au sud, dans le Spitzberg (80e parallèle), le platane étalait son large feuillage entre la feuillée du cyprès chauve et la ramure des magnolias à feuilles caduques, ce qui oblige d'évaluer à + 8° ou + 9° la température d'un pays où la moyenne actuelle ne s'élève pas au-dessus de — 8° 1/2. — En descendant un peu plus bas, vers le 70e parallèle, au Groënland et en Islande, apparaissent les magnolias à feuilles persistantes, les plaqueminiers, les séquoïas, ces conifères géants de la Californie, avec la vigne, les chênes et les érables. Près du Dantzig à venir, vers le 55e degré de latitude, la flore devient analogue à celle du Lyonnais pliocène : lauriers, camphriers, cannelliers et, en plus, des thuyas dont la résine fossile fournit encore aujourd'hui l'ambre si estimée de la Baltique. Enfin, à cinq degrés plus bas, dans les contrées qui forment aujourd'hui la Belgique, les pays rhénans, le nord de la Bohême, commencent à se montrer les palmiers dénonçant la frontière du climat tropical étendu à cette époque jusqu'au delà du 50e parallèle, alors qu'aujourd'hui il ne dépasse pas le 30e ou tout au plus le 35e (Canaries, Madère, Tlemcen). — En descendant plus au sud, en Suisse, en Provence, en Grèce, en Asie mineure la flore miocène n'offre plus de différences bien tranchées ; le climat de la zone tropicale règne d'une manière sensiblement uniforme (1).

(1) Mentionnons, toutefois, en Asie mineure, une cycadée d'un genre (Encephalartos) dont l'espèce la plus septentrionale a aujourd'hui son habitat à Zanzibar ; et observons, avec M. de Saporta, que la présence actuelle du palmier nain (Chamærops humilis) en Espagne, en Sicile et jusque dans

Mais remontons encore la suite des âges. Le climat miocène se montre d'autant plus chaud que l'on consulte ses témoins à une époque plus rapprochée de ses débuts, et si nous entrons en plein éocène, la présence, au nord de l'Allemagne et dans les Iles Britanniques, des bananiers, des pandanées, des palmiers et autres familles de même tempérament nous montre les frontières de l'empire tropical tendant à se rapprocher du cercle polaire.

Que sera-ce si, quittant les formations tertiaires, nous suivons les explorateurs du passé géologique dans les assises de l'étage crétacé? C'est jusque par delà le cercle polaire lui-même que nous voyons les débris organiques attester le fait d'une température moyenne, non supérieure mais égale, à celle de notre zone torride d'aujourd'hui ; l'influence de la latitude sans être nulle, au moins en Europe, y est à peine sensible. On y voit d'ailleurs de singulières rencontres : au Groënland des tsugas, ces cabiétinées intermédiaires entre les genres *Abies* (Sapin) et *Picea*, s'y mêlent aux cycadées et aux fougères à frondes dichotomes (gleichéniées) tandis qu'en Belgique, en Normandie et dans la Grande-Bretagne, des pins, des cèdres, des sapins et des araucarias s'associent pareillement aux cycadées et aux fougères tropicales.

Arrivant à l'époque jurassique, moyen âge de l'histoire du globe, comme la qualifie M. de Saporta, l'égalité climatérique se manifeste partout, et partout le paysage revêt un aspect qui n'a plus d'analogie avec les formes actuelles : du sud de l'Inde au nord de la Sibérie, et du Spitzberg aux contrées les plus méridionales de l'Europe, ce sont des cycadées ou *palmiconifères* (1) (zamites, ptérophylles, nilssonia) se mêlant à des conifères voisins de nos araucarias

la campagne de Nice, ne suffirait pas à caractériser le climat tropical au sud de l'Europe. Cette espèce buissonnante est considérée, par l'éminent auteur du *Monde végétal*, comme un dernier vestige du retrait successif des palmiers, « chassés de l'Europe par la rigueur croissante du climat. »

(1) Dr Karl. Müller.

et de nos cyprès, à des brachyophilles et pachyphilles aux feuilles écailleuses étroitement imbriquées sur des rameaux raides et peu divisés, à des taxinées, rappelant nos salisburias, à des fougères aux frondes variées. Et si, remontant toujours plus haut, on arrive à la grande époque des houilles et au delà, le décor se transforme une fois de plus pour représenter des conditions d'existence dont plus rien ne saurait nous donner l'idée ; mais en quelque lieu qu'on l'observe il ne cesse de se montrer identique à lui-même : alors l'atmosphère plus profonde, plus épaisse, saturée d'humidité, chargée de brumes tièdes et comme opaques ; alors les surfaces d'émersion moins continentales qu'à l'état d'archipels partout morcelés ; alors la croûte terrestre incomplètement refroidie, occupant une plus large étendue et se laissant traverser probablement encore par les chaudes effluves du noyau igné, offraient aux manifestations de la vie des conditions absolument différentes de celles qui se sont réalisées depuis.

Il est évident qu'à une succession de conditions climatériques aussi profondément différentes devaient correspondre des différences proportionnées dans les organismes. Alors que la connaissance du fait ne résulterait point, pour une part importante, de la constatation même de l'existence de ces variations dans les êtres organisés, il serait légitime et rationnel de l'admettre comme une conséquence nécessaire. De là, à considérer les changements dans l'état climatérique du globe comme l'une des conditions les plus importantes qui aient permis aux lois de l'évolution de fonctionner, pour amener lentement et graduellement les premiers organismes aux formes actuelles, il n'y a qu'un pas. Ce pas, l'école évolutionniste n'était point pour hésiter à le franchir.

Mais si l'évolution des climats est la condition ou du moins l'une des conditions essentielles de l'évolution des êtres organisés, quelle est la cause de l'évolution des climats eux-mêmes ?

Pour pouvoir chercher efficacement une réponse à cette question, il importe de bien préciser d'abord en quoi consiste le climat, quels sont ses facteurs et ce qui les constitue.

La température et la dose d'humidité atmosphérique sont les deux éléments fondamentaux, on peut dire les seuls éléments essentiels de tout climat; et le degré d'élévation de la première, joint au plus ou moins de valeur de la seconde, suffit à expliquer toutes les différences constatées. L'humidité est fournie par l'immense quantité d'eau qui entre dans la composition de la surface générale du globe et que la chaleur, en la vaporisant, répartit en plus ou moins grande quantité dans l'atmosphère.

D'où vient la chaleur et comment agit-elle ? C'est là un autre point non moins important à résoudre. L'idée que la chaleur interne du noyau igné se serait fait sentir jusqu'aux approches des âges quaternaires, paraît abandonnée aujourd'hui, en présence de l'épaisseur considérable des roches primitives et des sédiments qui se sont formés au-dessus d'elles, ainsi que de la nature réfractaire de la plupart des éléments géologiques dont se composent les unes et les autres. Tout au plus pourrait-on admettre que la chaleur interne se soit fait sentir d'une manière encore appréciable jusqu'à l'âge carbonifère, mais point au delà. Or des myriades de siècles plus tard, au milieu des temps jurassiques, l'égalité climatérique subsistait encore, quoique dans des conditions différentes, sur tout le globe ; et la vie sous toutes ses formes était également exubérante au pôle comme à l'équateur. L'idée que la terre, en accompagnant le soleil dans sa course intersidérale, aurait traversé des régions de l'espace d'une température très haute à laquelle elle aurait participé, cette idée ne paraît pas pouvoir être adoptée ; séduisante peut-être au premier abord, elle ne correspond à aucun des faits qu'on ait pu observer jusqu'ici. C'est donc le soleil et le soleil seul qui est la source de toute chaleur ayant agi et agissant à la surface de la

terre (1). Comment se répartit et se conserve autour du globe que nous habitons la chaleur émanée de cette source, c'est là un dernier et double point de vue de la question non moins important que les précédents.

Si la terre, dans sa révolution annuelle autour du soleil et dans sa rotation diurne sur son axe, était posée perpendiculairement au plan de l'écliptique, autrement dit d'aplomb sur le plan de son orbite, nous n'aurions ni inégalité dans les jours et les nuits, ni différence dans les saisons ; le soleil nous enverrait ses rayons toujours sous un même angle à chaque latitude, et les saisons se confondant avec les climats, seraient, dans chaque zone, identiques à elles-mêmes du premier au dernier jour de l'année ; condition qui semble exclusive de froids excessifs même aux pôles, et qui donnerait aux zones tempérées un climat sans froids ni chaleurs, un printemps perpétuel. Supposons au contraire l'axe de rotation terrestre couché sur le plan de l'écliptique de manière à se confondre avec lui, tout en continuant à rester toujours sensiblement parallèle à lui-même : les conditions climatériques de notre planète sont aussitôt bouleversées de fond en comble ; les deux cercles polaires se confondent avec l'équateur, les tropiques avec

(1) Il est une hypothèse que l'auteur n'examine point et qui mériterait d'être mentionnée. Notre satellite n'aurait-il pas pu prolonger sa phase stellaire plus tard que la terre elle-même et déverser à sa surface lumière et chaleur en effectuant sa révolution mensuelle autour d'elle ? On peut objecter sans doute que la nébuleuse lunaire, formée aux dépens de la nébuleuse terrestre et d'un volume 49 fois moindre, a dû parcourir son évolution stello-planétaire beaucoup plus rapidement et s'éteindre comme étoile bien avant le globe terrestre, de même que celui-ci s'est éteint des myriades de siècles avant le soleil qui s'éteindra aussi un jour. Cette objection n'est pas sans réplique ; on peut lui opposer que plusieurs des planètes extérieures, nommément Jupiter, Saturne et Uranus, bien plus anciennement formées que la terre, sont moins avancées qu'elle dans leur évolution sidérale. On est même fondé à penser qu'Uranus et Neptune sont encore un peu lumineux par eux-mêmes (Le P. Secchi, *Le Soleil*, seconde partie, p. 399 et 400). — L'étoile triple ζ de l'Écrevisse offre un exemple analogue, puisque la plus excentrique des trois, décrivant autour de la plus centrale une courbe épicycloïde, paraît être le satellite brillant d'une planète obscure. (Secchi, *Les étoiles*, t. II, p. 67, 68).

les pôles ; d'un brûlant été que ne tempère la fraîcheur d'aucune nuit, chacun des deux hémisphères, après avoir traversé en quelques semaines une rapide saison équinoxiale, passe à un hiver qui n'est lui-même qu'une longue nuit aussi rigoureusement glaciale que le jour estival a été implacablement torride. En de telles conditions la vie ne tarderait pas à disparaître si ce n'est peut-être le long d'une mince zone équatoriale, à moins d'être constituée autrement que nous la connaissons. Mais entre ces deux extrêmes il est des intermédiaires dont les diverses planètes de notre système nous donnent des exemples variés depuis Mercure incliné de 70° jusqu'à Jupiter qui ne l'est que de 3°. La terre a son axe penché de 23° environ sur son orbite, ce qui signifie que si par le milieu de cet axe, autrement dit par le centre de la terre, on élève une perpendiculaire idéale sur le plan de l'écliptique, cette perpendiculaire formera avec l'axe un angle de 23°. C'est cette inclinaison qui détermine le mode de répartition, sur la surface du globe, de la chaleur déversée par le soleil ; c'est elle qui amoncelle les glaces autour de chaque pôle pendant ces longues nuits hivernales qui durent plusieurs mois ; c'est elle enfin qui nous vaut, dans la vaste étendue des deux zones comprises entre les tropiques et les cercles polaires, la succession variée des saisons qu'accompagnent les accroissements et raccourcissements alternatifs des jours et des nuits.

Ce n'est pas tout encore. Il ne suffit pas que le soleil nous envoie chaque année, chaque jour, une certaine somme de chaleur répartie de diverses manières selon la valeur de l'angle sous lequel nous sont dardés ses rayons ; il faut de plus que cette chaleur soit emmagasinée pour se conserver là où elle est reçue et se distribuer sur les points voisins ; il faut qu'elle soit, non seulement reçue, mais retenue au moins pendant un certain temps. C'est à l'atmosphère qu'est dévolu ce rôle. Sans l'atmosphère, chaque rayon solaire frapperait comme une flèche de feu le point qu'il atteindrait, mais sans réchauffer ni éclairer les alentours

qui resteraient obscurs et glacés ; et, disparu ou intercepté par le moindre obstacle, ce même rayon laisserait dans la nuit et bientôt sans chaleur aucune, le point qu'il torréfiait quelques instants plus tôt. Mais reçues par le milieu atmosphérique, chaleur et lumière solaires sont absorbées, réfractées, réfléchies dans toutes les directions, dans tous les sens ; parvenues jusqu'au sol elles trouvent dans ce milieu qui les a conduites un obstacle qui les retient. Ainsi le crépuscule et l'aurore suivent et précèdent le soleil ; ainsi la première partie de la nuit conserve-t-elle une part de la chaleur du jour, et les lieux ombragés, obscurs même, participent-ils à la température générale. Plus dense est une atmosphère et plus ces phénomènes se manifestent avec intensité ; c'est pourquoi, sur les hauts lieux où notre atmosphère est plus légère et plus rare, le soleil perd sa force, pourquoi à une altitude suffisante les glaciers polaires ont leurs équivalents sur les montagnes, même aux tropiques ou le long de la ligne équatoriale.

Voilà donc trois termes, trois facteurs des climats et de leur diversité : 1° le soleil source de lumière et de chaleur; 2° l'inclinaison de l'axe terrestre qui détermine l'angle sous lequel les rayons solaires nous parviennent ; 3° l'atmosphère, qui absorbe et retient proportionnellement à sa propre densité, la chaleur reçue (1). On comprend aisément qu'il suffise de modifier un seul de ces trois facteurs pour apporter des changements considérables dans l'état de choses qu'ils déterminent par leur combinaison actuelle. Suivant que la source calorifique fournirait davantage de chaleur ou en fournirait moins, suivant que l'inclinaison de l'axe terrestre diminuerait ou augmenterait, suivant enfin que la densité, l'épaisseur, la pression de notre atmosphère

(1) On pourrait y ajouter, en sous-ordre, la conformation orographique du sol avec la forme et la répartition des continents et des mers, les courants marins et atmosphériques ; mais ces facteurs, très importants si on les envisage par rapport à nos climats actuels, n'ont directement qu'une valeur restreinte et accessoire au point de vue des climats antérieurs à l'âge quaternaire.

s'accroîtraient ou s'amoindriraient, tout serait changé dans les climats sur la terre. Or, l'atmosphère a très certainement présenté, aux origines de la vie sur le globe, une densité et une épaisseur bien supérieures à ce qu'elles sont devenues depuis : tout, dans les premiers organismes terrestres, indique une disposition ordonnée en vue d'une existence sous un ciel lourd, brumeux et voilé, et l'extrême chaleur de ces temps reculés contribuait encore, par l'évaporation considérable qu'elle produisait, à accroître et conserver la forte tension et l'épaisseur de l'atmosphère. Mais cette cause est loin de suffire à elle seule, à expliquer l'intensité partout égale et si longtemps persistante de la température depuis l'équateur jusqu'aux pôles ; elle ne saurait compenser, sinon dans une bien faible mesure, l'énorme perte de calorique résultant des longues nuits polaires ; d'ailleurs en s'éloignant des temps où la vie commençait ses premières manifestations, on arrive à des âges où l'atmosphère avait acquis toute la pureté et la transparence qu'elle a gardées depuis sans qu'aucun indice de refroidissement polaire semble se manifester ; et c'est toujours, au contraire, du pôle comme d'un centre que semble partir la vie organique pour rayonner tout autour et s'étendre de proche en proche sur le reste du globe.

Il faut donc faire intervenir un changement dans l'un des autres facteurs.

Ici l'embarras est grand. Sans doute il suffirait de supposer le redressement même partiel de l'axe terrestre, pour justifier au moins l'égalité des climats ; en y ajoutant la densité plus grande de l'atmosphère, on arriverait sans grande difficulté à expliquer le passé de notre globe. Mais notre auteur voit à l'admission de la première de ces deux hypothèses d'insurmontables difficultés ; la direction de l'axe de rotation d'un corps céleste, dit-il, reste immuable tant que d'autres corps « plus puissants » ne viennent pas le solliciter dans un sens différent de sa rotation normale ou troubler sa marche par un choc. Or si de pareils faits

sont possibles, rien ne prouve qu'ils aient eu lieu, et l'on ne saurait en admettre gratuitement la réalité. Pas davantage on ne saurait admettre que, primitivement perpendiculaire sur le plan de l'orbite, l'axe terrestre se soit ensuite incliné peu à peu, hypothèse que « rien, à ce qu'il semble, dans la mécanique, ne saurait justifier. » Pourrait-on supposer que l'axe de rotation, conservant son angle d'inclinaison, les pôles s'en soient détachés de manière à occuper une position plus voisine de celle qu'occupe aujourd'hui l'équateur? M. de Saporta repousse cette autre hypothèse en se fondant sur la parfaite coïncidence des latitudes, « disposées autour du pôle tertiaire et même crétacé dans le même ordre relatif qu'aujourd'hui (1) ; » et pour lui le non-déplacement de l'axe terrestre, est une certitude désormais acquise à la science (2).

Tous les savants, nous le verrons tout à l'heure, ne sont pas aussi affirmatifs et n'envisagent pas la question de la même manière. Des considérations peuvent être invoquées en leur faveur qui ne se sont sans doute pas présentées à l'esprit de l'éminent paléophytologiste. Il est sans doute beaucoup plus dans la vérité quand il combat la théorie des déluges périodiques émise et soutenue par M. J. Adhémar, dans son travail, sur les *Révolutions de la mer* (3). Cet auteur se base sur le déplacement lent du périhélie de la terre combiné avec la non moins lente révolution de l'axe terrestre qui produit la précession des équinoxes (4). On ad-

(1) P. 143.

(2) P. 129.

(3) *Révolutions de la mer. Déluges périodiques.* Par J. Adhémar, 2e édition. Un volume petit in-8° avec atlas même format. — 1860. — Paris, Lacroix et Baudry.

(4) La révolution vigésimillénaire de l'axe terrestre autour de sa position moyenne n'est pas une conséquence du simple déplacement du périhélie comme semble l'indiquer M. le comte de Saporta dans ce passage : « Nous voulons parler de la périodicité des déluges basée sur le déplacemeut lent et périodique du grand axe de l'orbite terrestre *par suite* du phénomène de la préces-

met que les 20 900 ans employés par cet axe à décrire son cône de révolution, se partagent alternativement pour chaque pôle en une saison chaude et une saison froide dont l'effet est de rendre de plus en plus inégales les calottes de glace qui couronnent les deux pôles : l'hémisphère boréal en est à la saison chaude, laquelle a eu son solstice en 1248 et va en diminuant de température jusqu'à son équinoxe qui aura lieu en 6498 ; à cette époque, les saisons annuelles seront rigoureusement égales par toute la terre, puis le pôle sud aura son solstice d'été et le nôtre son solstice d'hiver en 11784 ; et ainsi de suite. M. Adhémar conclut de là que l'accumulation des glaces sur un pôle et la diminution sur l'autre doivent modifier les conditions d'équilibre du globe, par suite changer la direction de son axe et amener, à l'époque de ces changements de direction, une débâcle générale entraînant une inondation partielle de l'hémisphère qui en serait le théâtre. A quoi M. de Saporta répond avec raison que nulle part, dans le passé géologique, on ne trouve de ces actions glaciaires régulièrement périodiques et qui se seraient succédé à intervalles relativement courts, et qu'enfin si les choses se passaient ainsi, ce ne pourrait être que par un progrès très lent n'amenant la fonte des glaces que d'une façon graduelle et insensible, et non par une succession de cataclysmes ou déluges périodiques.

Reste une dernière hypothèse, empruntée à M. le Dr Blandet et à d'Archiac, et à laquelle, faute d'une meilleure, se rallie M. de Saporta. Cette hypothèse est basée sur la théorie de Laplace et consiste à admettre que le soleil ne serait arrivé à son degré de condensation actuel que pendant l'âge quaternaire : jusque-là il aurait occupé sur l'horizon un espace beaucoup plus grand. Réduit déjà à un

sion des équinoxes.» Les deux phénomènes peuvent concourir simultanément à des effets communs, mais ne sont pas nécessairement dépendants l'un de l'autre.

diamètre égal à la moitié du diamètre de l'orbite de Mercure, il occupait encore au firmament un angle de vingt degrés au lieu du demi-degré qu'il sous-tend aujourd'hui ; la chaleur qu'il répandait sur la terre était alors, ainsi que la lumière, moins vive, moins intense, mais plus égale, puisqu'elle partait d'un foyer moins concentré : les rayons solaires tombaient verticalement jusque vers le milieu de ce que nous appelons aujourd'hui les zones tempérées qui, par le fait, étaient subtropicales, et, par l'amplitude de la réfraction, annulaient les nuits en les éclairant par un crépuscule vespéral qui ne finissait que pour faire place à l'aurore du matin. A des époques antérieures où la condensation était moindre, les mêmes phénomènes se produisaient avec plus de puissance encore. Si donc on pouvait admettre que la concentration de la nébuleuse solaire a suivi de la sorte une marche parallèle aux développements de la vie durant les âges primaire, secondaire et tertiaire de la constitution de l'écorce terrestre, toute l'évolution des climats, telle qu'on l'a sommairement indiquée ici, recevrait une explication plausible et naturelle. Mais où trouver à cette séduisante hypothèse seulement un commencement de preuve? Elle a beau s'adapter naturellement aux phénomènes du monde primitif et faire comprendre ses lois climatériques, « ses jours à demi-voilés, ses nuits transparentes, la tiède température de ses contrées polaires, l'extension originaire, puis le retrait progressif de la zone torride, réduite enfin aux limites actuelles, » une telle hypothèse est, au moins autant que celle d'un lent déplacement des pôles ou de l'axe, difficile à justifier.

Peut-être l'est-elle davantage.

Les lecteurs de cette *Revue* n'ont pas oublié une brillante étude que M. de Lapparent a donnée, ici même, précisément sur cette question du *Déplacement de l'axe des pôles* (1).

(1) Voir la *Revue des quest. scientifiques*, octobre 1877. t. II de la collection, p. 510.

Il y démontre que les soulèvements nombreux, de l'ensemble desquels est résulté le réseau orographique terrestre, n'ont pu se produire sans modifier les conditions d'équilibre de la sphère autour de son centre de gravité, et partant sans changer la direction de son axe de rotation. Un mathématicien de mérite, sir W. Thomson a soumis cette théorie au calcul et a conclu que l'on peut affirmer comme éminemment probable, « que l'axe principal d'inertie et l'axe de rotation du globe, toujours très voisins l'un de l'autre, ont pu, dans les anciens temps, avoir une position géographique très différente de la position actuelle et peuvent être déplacés de dix, vingt, trente, quarante degrés ou plus (1), » ce qui revient à dire qu'il n'est pas un point de la surface terrestre qui n'ait pu, à son heure, être placé dans le voisinage du pôle, comme le fait très judicieusement observer M. de Lapparent. Des exhaussements aussi récents et aussi accentués que les Alpes, les Andes et l'Himalaya, quelle qu'ait été d'ailleurs la lenteur de leur développement, « n'ont pu naître à la surface du globe sans apporter un trouble sérieux dans la situation de ses éléments de symétrie. »

La théorie du déplacement de l'axe de rotation a donc sur toute autre l'avantage très grand de reposer sur des preuves scientifiques et probantes, sinon définitives. Elle s'adapte très bien aussi à l'évolution des climats. Les plissements de la croûte superficielle ont dû commencer dès les premiers siècles de sa formation, se renouvelant, se développant, s'accentuant graduellement pendant la longue suite des âges géologiques jusqu'à constituer le réseau des chaînes de montagnes actuelles. Si, comme il est permis de l'admettre, les changements graduels de direction de l'axe qui en sont résultés se sont produits dans le même sens, il n'en faut pas davantage, avec l'épuration et la raréfaction insensibles mais continues de l'atmosphère, pour expliquer

(1) Cité par M. de Lapparent, *l. c.* p. 527.

la lente évolution des climats telle que nous l'avons décrite, depuis la lourde et brumeuse uniformité des climats siluriens et houillers jusqu'à l'infinie variété de ceux d'aujourd'hui. Dans ces données, la thèse de M. Agassiz (*supra*, p. 469) ne laisserait pas d'avoir sa part de vraisemblance ; car on peut concevoir qu'une transformation en quelque sorte incessante de la structure de l'écorce solide et de l'économie du milieu vital ait pu agir, non plus comme condition de développements évolutionnels dont la vie organique aurait porté en elle-même le principe, la cause efficiente, mais comme cause extérieure et directe, entravant d'abord puis arrêtant les manifestations de la vie sous certaines formes pour les inciter et les favoriser sous des formes nouvelles. Il est vrai qu'une explication étudiée et confirmée en ce sens pourrait ne pas avancer les affaires de l'école transformiste.

JEAN D'ESTIENNE.

(La fin prochainement.)

LA DOCTRINE

DES

GÉNÉRATIONS SPONTANÉES

La traduction et la vulgarisation de certains ouvrages allemands tels que l'*Histoire de la création naturelle de Em. Hæckel*, professeur de zoologie à l'Université de Iéna, ayant remis à la mode la question de « l'organisation spontanée de la matière » improprement appelée *génération spontanée*, nous avons cru qu'il ne serait pas sans intérêt de récapituler l'histoire des découvertes qui ont dissipé une à une les illusions de cette doctrine *à priori*. M. Milne Edwards a magistralement traité cette question au Muséum de Paris en 1864. Mais, tout en adoptant la marche suivie par le savant professeur et en résumant certaines parties de son cours, nous nous étendrons de préférence sur les nouvelles expériences réalisées depuis lors ; notamment sur les admirables recherches de M. Pasteur qui est arrivé, en étudiant les conditions d'existence des ferments dans les liquides organisés, à découvrir les analogies de fonction les plus frappantes entre les éléments agrégés des tissus de l'organisme et les cellules libres des ferments.

Nous avons dit dans un autre article (juillet 1879) comment Hæckel prétend ramener toutes les manifestations de la vie, et en particulier les phénomènes de nutrition et de reproduction, aux propriétés du carbone ou du moins de l'albumine, les corps vivants ne différant des corps inorganiques que par le mode d'accroissement qui s'opère chez les premiers par *intussusception*, tandis que les autres s'accroissent par addition extérieure de matière nouvelle. La forme de chaque cristal comme de chaque organisme serait tout simplement le résultat de la lutte de deux facteurs : d'une force plastique interne résultant de la constitution moléculaire du corps, et d'une force plastique externe résultant de l'influence du milieu. La preuve que les combinaisons organiques ne sont pas nécessairement l'œuvre des organismes serait fournie par la chimie qui fabrique aujourd'hui de toutes pièces des matières organiques, telles que l'alcool, l'urée, etc. L'étude des *monères*, petites masses informes d'albumine sans différenciation de fonctions, fournissait, au dire d'Hæckel, les plus puissants arguments en faveur de la génération spontanée. Il invoquait comme exemple le fameux *Bathybius*, organisme sans organe, qui paraissait s'organiser spontanément au fond des mers. Malheureusement la chimie ne tarda pas à réduire à néant cette hypothèse, en démontrant que le soi-disant organisme n'était que du sulfate de chaux. Cette dernière déconvenue des partisans de la *génération spontanée* n'a pas anéanti leurs espérances ; ils se sont rabattus depuis sur les monères avec lesquelles le pseudo-bathybius avait été confondu. Le témoignage de l'histoire va nous apprendre qu'à mesure que les progrès de l'observation permettaient de pénétrer plus avant dans le domaine de la nature vivante, ces déceptions se sont invariablement reproduites depuis le moyen âge où l'on admettait sans conteste, comme Aristote, l'hypothèse de l'organisation spontanée.

I

La transmission de la vie et l'hérédité des caractères spécifiques est facile à constater chez les animaux domestiques dont la présence continuelle nous permet d'observer les mœurs à loisir ; et des investigations incessantes ont fait rentrer successivement sous l'application de cette loi les animaux les plus inaccessibles et les plus rares, dont les dimensions plus ou moins considérables permettaient d'étudier le mode d'existence dans l'air, dans les eaux et jusque dans les profondeurs du sol. Mais il n'en est pas de même pour certains êtres d'ordre inférieur chez lesquels la reproduction semble parfois très douteuse, sinon matériellement impossible.

On ne leur connaît pas de parents, on n'a jamais vu d'animaux de leur espèce à l'endroit de leur apparition, et cependant ils s'y propagent avec rapidité.

Tels sont, par exemple, certaines espèces de batraciens et des poissons apparaissant subitement dans des bassins où l'on savait n'en avoir jamais mis ; tels sont les pucerons qui naissent en nombre immense en quelques heures sur nos plantes cultivées ; ou les champignons qui surgissent en une nuit et disparaissent de même. Tels sont surtout les innombrables germes qui se développent spontanément dans les liquides organisés, dans les corps en putréfaction, parfois même à l'abri de l'air ou après avoir subi une forte élévation de température.

Un cadavre exposé à l'action de l'air se peuple presque immédiatement de milliers de petits vers engendrés, dirait-on, par la décomposition de la chair, et, dans quelques cas, on trouve des parasites non seulement dans les intestins, mais dans la substance d'organes en apparence inaccessibles à des êtres venant du dehors, tels que le globe de l'œil,

le foie, l'intérieur du crâne ainsi que dans le centre de certains fruits et dans le tissu du bois.

Pour se rendre compte de ces faits, les philosophes de l'antiquité imaginèrent, à défaut d'observations, que le limon de la terre, les chairs corrompues et autres matières privées de vie se constituaient spontanément, sous l'action de fluides ou de gaz, en corps organisés qui prendraient vie sans avoir été engendrés par aucun être vivant. Cette problématique création fut baptisée du nom de Génération spontanée, sous lequel on la désigne encore actuellement.

« La terre est mère commune de tout ce qui vit, disait Épicure. Et de cette origine si simple l'homme lui-même n'est pas excepté. » Cependant Épicure veut bien convenir que, de son temps, la terre épuisée ne produisait plus d'hommes ni de grands animaux ; elle ne produisait plus que des animaux inférieurs et des insectes, mais elle produisait tous les insectes.

Dans le cinquième livre de son histoire des animaux, Aristote s'exprime ainsi : « Il est des animaux qui sont produits par d'autres animaux qu'une forme commune place dans le même genre, et il y en a qui naissent d'eux-mêmes sans être produits par des animaux semblables. Ceux-ci viennent ou de la terre putréfiée ou des plantes, comme la plupart des insectes ; ou bien ils se produisent, dans les animaux mêmes, des superfluités qui peuvent se trouver dans différentes parties de leur corps. » Dans plusieurs autres passages, Aristote parle de la production d'animaux par le limon ou autres matières analogues. Pline le naturaliste explique de la sorte la formation des larves qui, en se métamorphosant, deviennent des mouches, des coléoptères ou des papillons. Il dit que les poux naissent de la chair, que les puces résultent d'une fermentation qui se développe dans les ordures ; il attribue aussi à la génération dite spontanée la formation des teignes qui rongent la laine, des acarus de la cire, ainsi que celle des anguilles et de quelques autres poissons.

Diodore de Sicile affirme le développement d'une foule d'animaux aux dépens du limon du Nil échauffé par les rayons du soleil, et Plutarque assure que le sol de l'Égypte engendre spontanément des rats, assertion pleinement confirmée par Pline qui parle d'un rat trouvé en Thébaïde, dont la moitié antérieure était déjà rat, tandis que l'autre moitié était encore pierre.

Ce dernier auteur accepte également, sans conteste, la fable de Virgile, au sujet de la production des abeilles par le cadavre d'un bœuf.

Quelques naturalistes du moyen âge et de l'époque de la renaissance firent un usage encore plus immodéré d'hypothèses analogues. Un érudit célèbre du dix-septième siècle, le père Kircher, assure que le cadavre d'un serpent desséché et réduit en poudre, puis semé dans la terre et arrosé par la pluie, donne naissance à des vers qui bientôt se transforment en serpents. Même recette tout aussi infaillible pour la fabrication des scorpions.

Un de ses contemporains, le père Bonanni, nous affirme qu'en se pourrissant dans la mer, certains bois produisent des vers d'où sort un papillon qui, à force de rester sur l'eau, finit par se transformer en oiseau.

Ces candides affirmations, relevées par M. Milne Edwards, n'ont pas de quoi nous étonner le moins du monde, alors qu'il était encore de notoriété scientifique que chaque espèce corrompue produisait son espèce particulière d'insecte. La chair corrompue du taureau produisait toujours des abeilles ; celle du cheval des guêpes ; celle de l'âne, des scarabées ; celle de l'écrevisse, des scorpions ; celle des canards, des crapauds et ainsi de suite.

Aussi l'on peut dire qu'au beau milieu du XVIIe siècle, en 1668, époque où Redi se posa en premier adversaire des générations spontanées, la science en était, sur ce chapitre, justement au point où Épicure l'avait laissée trois cents ans avant l'ère chrétienne.

François Redi, célèbre médecin de Florence, constata, à

l'aide d'expériences fort élémentaires, que les prétendus vers qui se montrent dans les charognes, sont des larves d'insectes naissant d'œufs déposés sur la chair en putréfaction. Voici, en termes propres, les résultats de ces recherches : « Au mois de juillet, dit-il, je mis dans quatre bouteilles à large col, un serpent, quatre petits poissons, et un morceau de veau; j'appliquai sur l'orifice de ces bouteilles une feuille de papier étendu ; après quoi, je mis des mêmes choses et en même quantité dans des bouteilles que je laissai ouvertes; peu de temps après les chairs de ces derniers flacons se remplirent de vers, et je voyais les mouches y entrer et en sortir librement ; mais je n'ai pas aperçu un seul ver dans les bouteilles bouchées, quoiqu'il se fût écoulé plusieurs mois depuis que ces matières y avaient été renfermées ; on voyait quelquefois sur le papier qui les couvrait, de petits vers qui cherchaient un passage pour s'introduire dans ces bouteilles, dont le contenu exhalait une odeur fétide.

» Je renouvelai ces tentatives de différentes manières ; entre autres, je fis enfouir dans la terre des morceaux de chair, et bien qu'ils y restassent plusieurs semaines, il ne s'y engendra jamais de vers. » Leuwenhoeck a calculé plus tard qu'une seule mouche domestique peut produire plus de sept cent mille œufs, ce qui a fait dire à Linné que trois mouches consomment le cadavre d'un cheval non moins rapidement qu'un lion.

Se faisant l'écho d'une croyance traditionnelle, les poètes et les prédicateurs se trompent lorsqu'ils nous montrent le corps humain livré aux vers après la mort. L'expérience a prouvé que les mouches ne savent point fouiller la terre et que les lombrics ou vers de terre, qui abondent dans le sol végétal, ne sont pas carnassiers et ne vivent que de l'humus, dont ils extraient les sucs nutritifs.

Redi conclut de ces recherches que la terre ne produit d'elle-même aucun être organisé ; toutes les espèces se perpétuent par le moyen d'une vraie semence, et si l'on voit

tous les jours naître des insectes dans des chairs corrompues, dans des herbes, des fleurs et des fruits pourris, ces matières ne contribuent à la génération des insectes, qu'en offrant aux mères un lieu propre à recevoir leurs œufs et en fournissant une nourriture convenable aux petits lorsqu'ils sont formés.

Voilà, certes, des expériences bien faites pour ménager à leur auteur une place distinguée parmi les observateurs de la nature ; cependant, ce même Redi, qui vient de prouver si clairement, que tout insecte vient d'un autre insecte de même espèce, arrivé à ceux qui se développent dans les feuilles, dans les fruits et dans ces excroissances végétales qu'on appelle des *galles*, s'imagine que c'est la force vitale de l'arbre qui engendre à la fois la feuille, le fruit, l'excroissance et l'insecte. « Le ver de la galle tire son être et sa nourriture de l'arbre. J'ai prouvé, ajoute-t-il, que les vers naissent sur toutes sortes d'herbes, pourvu qu'elles soient imprégnées de la semence de ces insectes ; mais, sans cette condition, il ne s'engendre jamais rien, ni dans les herbes, ni dans les chairs corrompues, ni dans aucune matière privée de vie. Au contraire, je pense que toute matière vivante peut d'elle-même produire des vers qui se transforment en insectes, comme on le voit dans les cerises, les prunes, les poires et dans les différentes espèces de galles... »

Étranges égarements ! motifs d'humiliation pour ceux qui raisonnent le mieux, comme le dit très bien M. Flourens, que cette défaillance toujours prochaine des plus beaux esprits.

Il était réservé à l'un des disciples de Redi, de faire rentrer dans la règle commune un grand nombre de prétendues anomalies signalées par le maître. Vallisnieri constata bientôt que les divers insectes qui se développent dans l'intérieur des fruits sont les produits d'une génération ordinaire, et qu'ils sont déposés à l'état d'œufs dans la substance des végétaux, ou y pénètrent du dehors à l'état de larves pour y vivre et y grandir.

Ainsi, il découvrit que l'insecte qui occasionne en certaines années des dégâts considérables aux vergers en rongeant l'intérieur des pommes et des poires, est la chenille d'un petit papillon de nuit, désigné depuis, en raison de ses mœurs, sous le nom de pyrale de la pomme. Introduit dans le fruit à l'époque de la floraison, par la femelle, dont les évolutions aériennes et exclusivement nocturnes avaient su dérober jusque-là ce manège à l'observation, l'œuf ne tarde pas à éclore sous l'influence de la chaleur végétale : le ver en sort, creuse en se nourrissant une galerie verticale dans la pomme, et lorsque l'heure de la chrysalidation est venue, le fruit, épuisé, se détache et va rouler sur le sol, fournissant ainsi à son rongeur le moyen de rentrer sous la terre, où il opère sa dernière transformation avant d'être rendu à l'air sous forme de gracieux papillon.

Un autre naturaliste du XVIIe siècle, Swammerdam, combattit avec non moins de succès que les précédents les erreurs des anciens touchant l'évolution et la reproduction des insectes. Il montra que les métamorphoses sont des phénomènes de développement et non des transformations instantanées d'un organisme en un autre. Il fit voir que les essaims innombrables d'abeilles sont les produits non de la putréfaction des cadavres, comme on l'avait prétendu, mais du développement des œufs pondus par l'individu que les anciens appelaient le *roi* et que les modernes désignent sous le nom mieux approprié de *reine*. Il reconnut que les poux sortent d'un œuf et pondent comme les autres insectes, fait encore contesté, malgré son évidence, par quelques auteurs qui voient dans la substance de notre organisme, l'origine de ces animaux, à cause de leur développement en nombre parfois prodigieux sur le corps humain. Les médecins ont considéré ce phénomène, comme dû à une maladie particulière qu'ils désignent sous le nom de phtiriasis et, parmi les personnes qui ont été infestées de la sorte, on cite plusieurs hommes célèbres, par exem-

ple, Alcman, poète grec, le dictateur Sylla, Platon, les deux Hérodes, l'empereur Maximin et le roi d'Espagne Philippe II. Pline attribue à cette maladie la mort des deux premiers de ces personnages.

Swammerdam observa également la reproduction des pucerons dont la prodigieuse puissance génératrice avait dérouté jusqu'alors les observateurs. Bonnet découvrit plus tard, dans la *parthénogénèse* ou génération alternante, le secret de cette étonnante fécondité qui leur permet d'arrêter en quelques heures, par leur seule force génératrice, l'exubérance de la végétation.

Enfin Swammerdam entrevit d'une façon très judicieuse l'origine des larves logées dans l'intérieur des excroissances végétales et dans la substance des feuilles de diverses plantes.

Mais l'honneur de transformer sur ce point les probabilités en certitudes était réservé à Malpighi, le célèbre médecin du pape Innocent XII.

Les longues explorations entomologiques de Malpighi le conduisirent à reconnaître *de visu* l'inoculation de la galle du chêne. « Une seule fois, dit-il, vers la fin de juin, j'ai vu une mouche du genre cynips (qu'on ne pourrait mieux comparer qu'à une fourmi ailée) posée sur une branche de chêne dont les bourgeons commençaient à s'ouvrir. Elle s'était attachée à la petite feuille qui sortait à peine de l'enveloppe solide du bourgeon à demi entr'ouvert, tenant son corps ramassé sur lui-même en forme d'arc; elle avait dégaîné sa tarière et en frappait à coups redoublés la petite feuille. Puis enflant son abdomen, elle faisait sortir d'intervalle à intervalle de l'extrémité de sa tarière un œuf qu'elle déposait. Je détachai la mouche et je trouvai sur la feuille des œufs de tout point semblables à ceux que je découvris dans l'ovaire de la mouche. »

A cette précieuse découverte, Réaumur et de Geer en joignirent successivement plusieurs autres qui firent voir que les mouches introduisent leurs œufs non seulement dans

les feuilles, les fruits, les racines, les branches, les troncs des arbres, mais encore dans l'organisme d'animaux vivants et même dans les œufs d'autres insectes.

Réaumur a minutieusement suivi les évolutions de la mouche qui pond ses œufs dans la chenille du chou. La victime ne paraît guère affectée : elle continue à manger avec son appétit ordinaire, sans se douter qu'elle porte dans son sein un germe de mort. A peine écloses, les petites larves dévorent la chenille, mais, par un instinct providentiel, elles ne s'attaquent qu'aux parties accessoires, sans jamais léser les organes essentiels de la vie ; elles se nourrissent de la graisse qui entoure le canal digestif lui-même. Lorsqu'elles ont acquis leur entier développement, au moment où la chenille se dispose à se chrysalider, elles sortent toutes ensemble de leur prison vivante, livrée désormais à l'anéantissement.

Ce sont ces vers, nous dit Réaumur, que Goedaerd et beaucoup d'autres avant lui ont regardés comme les vrais enfants des chenilles.

A ceux que l'étrangeté de ces faits porteront à révoquer en doute les témoignages des autorités scientifiques, nous dirons qu'il est bien facile de s'assurer par eux-mêmes de la véracité de ces dernières assertions, en se procurant des individus atteints de la redoutable piqûre de l'ichneumon ; cet accident est si fréquent parmi les chenilles qu'il est reconnu aujourd'hui pour l'une des entraves les plus efficaces attachées à la propagation excessive de ces animaux. En nourrissant la chenille attaquée dans une boîte, ils en verront sortir invariablement à l'heure de la dernière métamorphose, au lieu du papillon attendu, les vers destructeurs, souvent déjà à l'état de nymphe.

Les fertiles études de Réaumur furent confirmées et poursuivies par un naturaliste de la patrie de Linné. Le Suédois de Geer nous décrit une très belle espèce d'ichneumon qui loge ses œufs dans les œufs d'autres insectes, de papillons par exemple.

Le ver qui sort de l'œuf de l'ichneumon est si petit qu'il trouve sous la coque de l'autre œuf tout ce qu'il faut d'aliments pour parvenir à un accroissement parfait : là il se métamorphose en nymphe et puis en mouche, laquelle perce la coque de l'œuf qui vient de lui servir de logement et qui ne serait plus pour elle qu'une prison. Le naturaliste étonné vit sortir une de ces petites mouches de chacun des œufs d'où il s'attendait à voir naître des chenilles.

Vers le milieu du dix-huitième siècle, à l'époque où Réaumur surprenait les secrets de la merveilleuse industrie des insectes, et où Trembley découvrait l'étrange reproduction par division des polypes, Charles Bonnet s'illustra à l'âge de vingt ans en constatant que les pucerons peuvent se reproduire pendant plusieurs générations sans accouplement. Ayant placé dans une fiole un puceron qui venait de naître sous ses yeux, il l'observa pendant vingt jours et constata avec surprise qu'il engendrait des petits vivants. Il assista à la naissance de dix générations se succédant ainsi dans l'espace de trois mois. Ce fait lui parut d'autant plus étrange qu'il croyait les pucerons ovipares. L'automne venu, il vit les femelles pondre des œufs et bientôt il reconnut que les mêmes insectes qui sont vivipares en été et n'engendrent d'abord que des femelles, finissent par donner le jour aux deux sexes qui s'accouplent et se propagent alors par des œufs. La nature veut des millions de pucerons en quelques heures pour arrêter l'exubérance de la végétation, dit M. Van Beneden ; et, comme si elle se défiait du concours du mâle, elle le supprime et la femelle met seule au monde une fille qui est déjà toute prête à pondre une petite-fille. Les générations se succèdent avec une telle rapidité que si la fille en naissant rencontre quelque obstacle sur son passage, la petite-fille peut venir au monde avant sa mère; un seul œuf peut produire au bout d'une saison plusieurs milliards d'individus.

On comprend que la génération spontanée ait paru

longtemps la seule interprétation possible de cette reproduction phénoménale.

Nous regrettons que les limites restreintes de ce travail ne nous permettent pas d'offrir à nos lecteurs un tableau plus complet de la longue succession de ces découvertes qui marquèrent comme autant d'événements dans les annales de la science. En fournissant les éléments constitutifs de l'entomologie, elles établirent aussi la réfutation matérielle et décisive de tous les faits apportés par les anciens à l'appui du vieux système d'Épicure. C'en était fait des générations spontanées, a fait remarquer très justement M. Milne Edwards si, vers la fin du XVIIe siècle, une découverte importante, en reculant les limites de l'observation possible, n'eût provoqué d'autres difficultés pour l'explication desquelles on eut de nouveau recours à des suppositions analogues à celles dont la fausseté venait d'être reconnue pour tous les cas susceptibles d'être étudiés d'une manière approfondie.

En examinant au microscope de l'eau pluviale qui était restée exposée à l'air, Leuwenhoeck y découvrit une multitude d'êtres animés, d'une petitesse extrême, qui n'y existaient pas au moment où il avait recueilli ce liquide ; il constata aussi que des animalcules microscopiques se développent par myriades dans l'eau où l'on fait infuser des matières organiques, par exemple du poivre ou du foin, et il ouvrit de la sorte un nouveau champ aux investigations des observateurs, ainsi qu'aux hypothèses des physiologistes spéculatifs.

La génération spontanée, remise ainsi à la mode, fut adoptée par la plupart des micrographes du XVIIe siècle et conserve jusqu'à nos jours ses partisans systématiques.

La persistance inconcevable de ces idées provient du déplacement continuel que l'on fait subir à la discussion, reconnue d'avance sans limites.

Jamais elle n'a pu être soutenue d'une manière plausible que sur les confins extrêmes du domaine de l'observation, là où la constatation des faits présentait de grandes difficultés ; or, à mesure que les champions de la vérité éclairaient les horizons brumeux de la science et, à l'instar des Redi et des Réaumur, faisaient rentrer une foule de prétendues exceptions sous l'application de la règle commune, les limites connues de la création biologique ont été reculées sans cesse, fournissant ainsi matière à d'éternelles discussions.

Cependant, comme il convient d'approfondir ici la question, il importe de caractériser clairement les différentes hypothèses auxquelles elle a pu donner lieu jusqu'à ce jour, et d'analyser successivement les expériences et les faits qui l'ont alimentée.

Comme les mots *génération* et *spontanée* s'accordent mal ensemble, des partisans modernes du système les ont remplacés par la qualification plus large d'*hétérogénie*, impliquant, outre l'idée de constitution primordiale ou création, une formation physiologique en dehors des phénomènes ordinaires de reproduction naturelle.

Par contre, ils ont appelé *homogénie* la production d'animaux et de plantes procréés par des êtres vivants et semblables à eux.

Mais le mot hétérogénie, bien que synonyme de génération spontanée, s'applique, nous venons de le voir, à des choses qui, tout en allant au même but, pourraient être très différentes, et qu'il importe de ne pas confondre ; aussi allons-nous distinguer ici sous une dénomination particulière chacune des diverses hypothèses dont il est l'expression générale.

Nous avons d'abord la génération spontanée proprement dite, c'est-à-dire la constitution d'êtres vivants par le concours exclusif d'éléments inorganiques. Première hypothèse, appelée *agénésie*.

Une seconde proposition, patronnée par Buffon, consiste

à prêter aux molécules d'un corps organisé la faculté de se reconstituer d'elles-mêmes, après la désorganisation de celui-ci, en de nouveaux corps vivants d'une autre nature : genre de multiplication qu'une autorité scientifique a gratifié du nom significatif de *nécrogénésie*, enfantement de la mort.

Enfin, en troisième lieu, on a attribué à la vie la faculté de se transmettre indépendamment de tout caractère organique ; en d'autres termes : tout être vivant serait apte à engendrer d'autres êtres d'une organisation différente de la sienne, auxquels il ne transmettrait uniquement que le principe vital, sans aucun caractère d'espèce ou de famille.

Voilà, sommairement exposées, les trois interprétations principales du fameux système hétérogénique, interprétations sur lesquelles vont se concentrer désormais toutes nos recherches; car, à présent que nous avons esquissé l'historique de notre sujet, et montré les différents aspects sous lesquels l'erreur se présente aujourd'hui, nous pouvons commencer l'analyse approfondie des fertiles et glorieuses études dont les générations dites spontanées ont été l'objet dans ces derniers temps.

II

En abordant la discussion de la première des hypothèses que nous venons de distinguer, nous nous demandons d'abord, si, parmi les défenseurs de l'agénésie ou générations spontanées proprement dites, on compte encore maintenant des savants véritables ?

Du jour où la question a été soulevée à l'Académie, elle a trouvé successivement des adversaires inconciliables dans toutes les sommités de la science. Tour à tour, MM. Flourens, Gratiolet, Milne Edwards, Dumas, Pasteur et Claude Bernard ont apporté à sa réfutation un précieux tribut d'observations et de découvertes et, chose digne de

remarque, elle n'a pas trouvé d'abord au sein de la savante assemblée une seule voix pour l'appuyer ou la défendre.

Il y a une vingtaine d'années, les générations spontanées paraissaient plongées dans le sommeil de l'oubli, lorsque deux zoologues de province, MM. Pouchet et Joly, qui jouissaient d'une certaine réputation, entreprirent de les tirer d'un sommeil qui commençait à ressembler singulièrement à celui de la mort; c'est du moins ce dont ces messieurs durent s'apercevoir lorsqu'ils se trouvèrent obligés d'emboucher les trompettes de la réclame pour ressusciter leur sujet.

Enfin, il se ranima peu à peu, et l'attention publique finit par s'éveiller avec celle de l'Académie. MM. Pouchet et Joly furent admis à produire, dans le temple de la science, les découvertes d'où ressortait d'après eux la démonstration de l'agénésie.

Mais au moment d'initier nos lecteurs aux détails de ces expériences, qu'il nous soit permis, pour l'intelligence des faits, de retourner un moment en arrière en reprenant la filiation des découvertes antérieures au point où nous l'avons interrompue.

Nous en étions restés aux mémorables études de Leuwenhoeck, au moment où celui-ci, par la découverte des infusoires, ramena inopinément les générations spontanées qui passaient pour mortes.

De bonne heure, cependant, des naturalistes attribuèrent la production mystérieuse de ces animalcules à une sorte d'ensemencement d'œufs ou de germes qui, engendrés par d'autres animalcules de même espèce, auraient été entraînés par les vents, et flotteraient dans l'atmosphère, au milieu des poussières dont l'air est toujours chargé. Henri Backer, le premier, émit cette opinion sur le développement des animalcules dans l'eau exposée à l'air et contenant des matières nutritives.

En effet, l'on savait déjà de son temps, que la dissémination des corpuscules légers par les courants atmosphériques

est chose facile, puisque le transport des graines par ces courants est un des puissants moyens utilisés par la nature pour opérer la dispersion des espèces végétales sur les divers points de la terre, et l'on n'ignorait pas non plus que des graines et des œufs peuvent rester fort longtemps dans un état de vie latente sans perdre la faculté de reprendre la vie active, lorsque les circonstances sont favorables à l'exercice de leurs facultés. Par exemple, on a vu des graines déposées par les Égyptiens, il y a 3 000 ans, dans des enveloppes de momies, germer tout aussi bien que celles de la dernière récolte, et des germes d'insectes arrachés du milieu nécessaire à leur développement, suspendre indéfiniment leurs fonctions vitales (1).

Mais ces considérations, toutes probantes qu'elles paraissent, ne pouvaient assurer seules le triomphe de la vérité; il fallait, au tribunal de la science, des preuves palpables et évidentes pour conclure, sans témérité, à l'existence de faits aussi longuement contestés.

Ces preuves, heureusement, la patiente et minutieuse expérimentation des savants est arrivée à les établir avec évidence, en provoquant les phénomènes dans des circonstances compatibles seulement avec l'explication que nous venons d'en donner.

Pour décider si les êtres vivants qui se montrent dans une infusion y naissent de propagules, de germes préorganisés, ou s'y forment directement par l'organisation spontanée de la matière non vivante, il fallait examiner si ces infusoires se développent : 1° lorsque l'infusion ne contient rien qui vive, et 2° lorsqu'elle se trouve placée dans des conditions telles qu'aucun corpuscule vivant ne puisse y arriver du dehors.

Spallanzani, en suivant cette marche logique, eut la gloire

(1) L'abbé Spallanzani soutint d'abord avec Bonnet la résurrection des rotifères, « ces animaux qu'on peut tuer et ressusciter à son gré. » Il est curieux de lire les discussions passionnées que soulevèrent alors ces découvertes dans le monde des philosophes.

sinon de résoudre définitivement le problème, au moins d'indiquer à ses successeurs la route à suivre dans leurs investigations. Afin de remplir les deux conditions essentielles à l'expérience, il eut d'abord recours à la chaleur pour essayer de détruire la vie chez tout ce qui pouvait exister dans les infusions ; il se convainquit ainsi que ni animaux, ni plantes, ni graines, ni œufs ne peuvent supporter une certaine élévation de température, bien que les germes soient en général plus résistants que les êtres qu'ils sont destinés à reproduire, et que cette résistance existe surtout chez les corps reproducteurs des propagules dépourvus de toute humidité. La deuxième condition consistait à empêcher la pénétration ultérieure d'êtres vivants dans le liquide ainsi préparé, en le renfermant hermétiquement de façon à le soustraire à l'action de l'air.

Plusieurs expériences combinées de la sorte, furent couronnées de succès, en ce sens qu'elles empêchèrent la reproduction de tous les infusoires d'ordre supérieur, assimilés désormais, par la loi de génération commune, aux autres êtres organisés.

Spallanzani ne sut pas empêcher néanmoins l'apparition de quelques infusoires d'une extrême petitesse qu'il appela des animalcules du dernier ordre, d'où il résulta que, pour généraliser ses conclusions touchant le mode d'origine de tous ces corpuscules vivants, il fallut supposer que les germes des infusoires n'avaient pas été tués par les moyens employés utilement pour les autres propagules organisés, ou qu'ils n'avaient pas été arrêtés par la clôture des vases contenant les infusions. Heureusement le champ de l'exploration restait ouvert, et des naturalistes éminents tels que MM. Schultze, Milne Edwards, Haine, Claude Bernard, Dumas ne tardèrent pas à le féconder avec bonheur : ils perfectionnèrent les procédés d'expérimentation, étendirent de plus en plus la portée des premières découvertes, et réussirent à purifier leurs infusions de tous les germes que pouvait y avoir déposés l'atmosphère.

Les choses en étaient là, lorsqu'en 1858 M. Pouchet et ses amis présentèrent de nouveaux arguments en faveur des générations spontanées. M. Pouchet assura que les infusoires apparaissent dans l'eau où l'on fait macérer des substances organisées, lors même que ces matières ont été soumises à une température qui avoisine celle de l'eau bouillante et qu'on les soustrait complètement à l'action de l'air non dépouillé de corpuscules étrangers.

Sans doute, a fait remarquer M. Milne Edwards, la différence de ces résultats provenait de quelque vice dans le mode d'expérimentation, soit de l'insuffisance de la chaleur employée pour tuer les germes contenus dans le vase où était l'infusion, soit d'une imperfection de clôture de l'appareil ou du défaut de purification de l'air admis dans celui-ci. Mais, placée sur ce terrain, la discussion aurait pu s'éterniser, car elle roulait sur le degré de confiance qu'on devait accorder à l'habileté ou peut-être à l'impartialité de l'expérimentateur. Pour éviter cet écueil, il fallait à tout prix chercher à provoquer des résultats décisifs, fruits d'une analyse approfondie, qui fixeraient irrévocablement les causes toujours incertaines du phénomène controversé.

Jusqu'alors l'explication plausible de l'origine des infusoires selon les lois de génération était l'existence de leurs germes dans l'atmosphère. C'était là une hypothèse très vraisemblable et dont les résultats généraux des expériences semblaient apporter la confirmation. Mais enfin ce n'était qu'une hypothèse ne reposant sur aucune preuve matérielle bien positive et irrécusable, on n'avait encore ni vu, ni saisi ces corpuscules aériens. Ces nouveaux éléments devenus indispensables aux débats durent le jour aux travaux admirables de M. Pasteur. L'illustre savant, en faisant passer de l'air à travers divers corps, du coton ou de l'amiante, par exemple, est parvenu à arrêter ces germes ou propagules, et, en les semant dans des infusions placées dans des vases hermétiquement fermés, il a pu déterminer à volonté le développement d'êtres vivants dans des condi-

tions où aucun phénomène vital ne se serait manifesté si cet ensemencement n'avait eu lieu. De l'aveu des plus compétents, ces expériences ont été effectuées de manière à éviter toutes les causes d'erreur imaginables, et les résultats qu'elles ont fournis sont inattaquables, n'en déplaise à MM. Joly, Pouchet et autres, qui s'évertuèrent à les mettre en suspicion.

M. Pasteur constata d'abord que, si l'on place dans un ballon de verre une certaine combinaison de matières minérales ou végétales (1), si l'on bouche ce ballon en étirant à la lampe son col effilé, et qu'ensuite on chauffe le liquide à cent degrés, la fermentation ne s'y établit pas. Il ne se développe d'animalcules ni de végétation d'aucune espèce, lorsqu'on fait pénétrer dans ce ballon, ainsi disposé, de l'air qui a été calciné en passant à travers un tube chauffé au rouge et qui, après avoir été purifié de la sorte, n'a pu se charger d'aucun corps organisé.

Les choses se passent de la même manière lorsqu'on dépose dans le col du ballon des poussières organiques et génératrices recueillies par la filtration, de façon à ne pas subir l'influence destructive de la chaleur et à ne pas arriver dans le liquide mis en expérience ; mais lorsque, après avoir laissé l'appareil dans cet état pendant un temps plus ou moins long, on l'incline de façon à faire tomber cette poussière dans l'infusion, on voit toujours des signes de fermentation se manifester promptement dans le liquide, et, au bout de quelques heures, des productions organiques s'y développer. Le point où les poussières tombent est toujours celui où la végétation commence. Mais si ces mêmes corpuscules, avant de tomber dans le bain, sont soumis à une température de cent degrés, ils restent inactifs et la production d'infusoires n'a pas lieu.

Chacune de ces expériences, souvent répétées depuis, a

(1) Dissolution de sucre, mêlée à des substances albumineuses et à une petite quantité de cendres de levure de bière.

toujours donné, entre les mains des savants, les mêmes résultats. M. Tyndall entre autres a simplifié la démonstration du *panspermisme* en montrant qu'il suffit de laisser reposer de l'air dans une chambre hermétiquement close, pour que les germes se déposent sur les parois et que les matières animales et végétales se conservent indéfiniment; tandis qu'elles s'altèrent immédiatement avant la précipitation des poussières atmosphériques. A mesure que l'air se dépouille de ses germes, les rayons lumineux pénétrant dans la chambre perdent leur éclat et deviennent finalement invisibles. —Les vins, la bière, le vinaigre, le sang et tous les liquides de l'économie se conservent sans altération septique au contact de l'air pur, à l'abri des ferments particuliers dont M. Pasteur a mis en lumière le mode d'évolution et de propagation (1).

Une condition essentielle à la réussite de l'expérience, condition dont M. Pouchet n'a jamais tenu grand compte, est de dépouiller complètement l'intérieur des appareils de tout germe qui pourrait s'y trouver, précaution rendue très difficile par la ténuité extrême de ces organismes, dont plusieurs sont assez subtils pour traverser une couche de mercure et six ou sept filtres superposés. D'après Leuwenhoeck, mille millions de certains animalcules infusoires réunis n'atteindraient pas encore la dimension d'un grain de sable.

Nous savons, en second lieu, par les expériences de Doyère, que certaines espèces, convenablement desséchées, peuvent supporter des températures de beaucoup supérieures à celle de l'eau bouillante, et M. Payen a constaté aussi que les germes de quelques espèces végétales résistent à la chaleur des fours.

Enfin, la présence d'un seul infusoire dans le liquide purifié peut suffire pour le peupler en quelques jours.

(1) Voir *Annales de la Société scientifique* (1e année, 2e partie). Le rôle des ferments dans les phénomènes vitaux, p. 207.

D'après les calculs de M. Ehrenberg, il paraît qu'en mettant en expérience un *rotateur*, infusoire dont l'organisation élevée a été mise hors de doute par ses admirables travaux, on peut obtenir au dixième jour un million de ces petits êtres, quatre millions le onzième jour et seize millions le seizième jour, et la multiplication pourrait devenir plus considérable ou plus rapide, si les circonstances étaient favorables.

Après cela, on s'explique comment des expérimentateurs consciencieux, qui croyaient remplir toutes les conditions nécessaires au succès de l'expérience en question, aient constamment avorté dans leurs tentatives et en soient arrivés, à défaut de vues d'un ordre plus élevé, à douter sérieusement de la propagation naturelle des hôtes mystérieux de leurs infusions.

Les observations récentes de M. Pasteur nous fournissent encore un puissant argument en faveur de la thèse que nous soutenons ici. Si la naissance des infusoires était due seulement aux propriétés de la matière organique, de l'eau et de l'air, la production de ces êtres microscopiques devrait avoir constamment lieu quand ces corps inertes sont mis en présence dans une température convenable, de même que du sulfate de chaux se forme toutes les fois que le chimiste verse de l'acide sulfurique sur la craie. Or, M. Pasteur a constaté qu'il n'en est pas ainsi; car, en faisant des expériences comparatives avec de l'air puisé au milieu d'une grande ville ou d'une cave profonde, dans un champ cultivé ou au sommet d'une haute montagne au milieu des neiges éternelles qui s'opposent à toute végétation, il a vu les infusoires apparaître tantôt dans tous ses ballons, tantôt dans quelques-uns seulement et même dans un seul sur vingt, selon que les conditions où il se plaçait étaient plus ou moins favorables au transport des germes par l'atmosphère.

Assez peu satisfait, et pour cause, de cette argumentation méthodique et serrée, M. Pouchet se plaignit de

n'avoir pour contradicteurs que des chimistes, alors que ses principales découvertes étaient du domaine de la physiologie. « J'ai vu, disait-il, au bout d'un certain temps, se former à la surface de mes infusions une membrane proligère, sorte d'ovaire ou de matrice au milieu de laquelle se forment spontanément des œufs dont les animalcules du genre microzoaire sortent en quantité innombrable. Voilà ce qu'on essayera vainement de me contester. » — Sans doute, M. Pouchet eût usé de plus de circonspection, si, d'avance, il avait pu s'initier aux expériences de M. Coste, un vrai physiologiste celui-là, auquel la science est redevable des plus brillantes découvertes de l'ovologie. D'un seul coup, M. Coste renversa tout l'échafaudage embryogénique de son antagoniste. Il lui démontra que la prétendue membrane génératrice des infusions n'est qu'un amas de détritus de matières organiques.

Quand la pellicule se forme, les animalcules invisibles qui préexistent — c'est un fait établi — se dirigent à la surface pour se nourrir de la membrane et s'y mettre au contact de l'air ; on les voit s'arrêter tout à coup, commencer à pirouetter sur place, jusqu'à ce qu'une sécrétion de leur corps se soit coagulée autour d'eux en sphère enveloppante. Ils s'enkistent en un mot ; alors ils deviennent complètement immobiles dans leur enveloppe comme un insecte dans son cocon. « C'est là ce que M. Pouchet a pris pour un œuf spontané. » Bientôt ces animalcules enkystés se divisent en deux, quatre, douze animalcules plus petits qui, une fois distincts et séparés, entrent en rotation chacun pour son compte. Les mouvements auxquels ils se livrent finissent par user leur enveloppe ; on les voit sortir de leur prison, et se mêler à la population dont ils accroissent le nombre. Tel est le secret de la génération des infusoires.

Ici encore, nous tenons à prévenir une objection assez judicieuse à laquelle ces explications ont déjà donné lieu de la part des hétérogénistes. On pourrait croire que si les

infusoires ne sont pas les produits de la génération spontanée, ils s'écartent cependant de la règle ordinaire de reproduction par germes et relèvent toujours, par conséquent, de l'hétérogénie.

M. Balbiani a fait justice de cette observation, en soumettant à l'Académie des sciences un mémoire anatomique qui est venu rendre à la vérité un dernier hommage.

Avant lui, on croyait, sur les affirmations d'Ehrenberg, que les infusoires se reproduisaient seulement par scission, comme les polypes et certaines espèces de plantes se propagent par bouture; mais les arbres et les polypes se multipliant également par des graines ou par des œufs, demeuraient par là même, contrairement aux infusoires, sous l'application de la loi de reproduction naturelle.

M. Balbiani a montré non seulement que les infusoires ne constituent pas d'exception à la règle commune, mais que, à l'instar de nombreuses espèces de fleurs, chacun de ces animalcules comprend en lui les deux sexes ; à la fois mâles et femelles, on pourrait leur appliquer dans toute son extension l'épithète d'hermaphrodites, si la disposition indiquée par ce mot n'impliquait pas certains phénomènes particuliers qu'on n'a pu retrouver chez eux. Le véritable hermaphrodite, tel qu'il existe dans le règne végétal, tire sa fécondation de lui-même sans aucun secours étranger ; l'infusoire au contraire, bien qu'il soit placé dans des conditions identiques au premier, ne peut se reproduire sans le concours d'un individu de son espèce doué comme lui de deux sexes distincts; d'où il résulte que la fécondation si longtemps contestée de cet animal s'est trouvée en fin de compte plus complexe que celle des êtres organisés supérieurs.

Depuis lors de nouvelles découvertes de M. Pasteur ont fait surgir de nouvelles contradictions et de nouvelles expériences, surtout dans le domaine de la pathologie. Certains observateurs, appartenant à l'école de Robin, prétendent que les germes qui se développent dans les liquides orga-

nisés des êtres vivants, et particulièrement dans les plaies, ne sont pas apportés du dehors, mais résultent de l'évolution particulière de certaines cellules inhérentes à l'organisme. C'est même sur cette donnée que repose toute la doctrine des *microzymas* de M. le docteur Béchamp si brillamment développée à la Société scientifique de Bruxelles en 1876. Les granulations moléculaires que les histologistes ont signalées dans les tissus évolueraient en bactéries ou en vibrions suivant le milieu dans lequel elles se trouvent. Cependant les nouveaux modes de pansements consistant à mettre les plaies à l'abri de l'air par occlusion suivant la méthode de Lister, étaient couronnées d'un plein succès, en ce sens qu'ils empêchaient le développement des organismes microscopiques dont la présence caractérise d'ordinaire la septicémie. D'autre part, les recherches de Davaine et de Koch sur l'étiologie des maladies charbonneuses, montrèrent que l'air est le véhicule de ces maladies, causées par le bacillus anthracis (v. *Revue des questions scientifiques*, tome II, p. 332, Sciences agricoles). Ces découvertes ont été réalisées par la méthode des cultures successives des ferments, instituée par M. Pasteur. La bactéridie est cultivée une première fois en prenant pour semence une trace microscopique de sang infecté, puis on passe à une seconde culture, à une troisième, à une sixième, à une centième, en prenant toujours pour semence d'une culture une gouttelette de la culture précédente, de façon à éliminer complètement tout pouvoir autre que celui d'un agent vivant qui se multiplie à chaque culture (1).

M. Pasteur injecte alors ce liquide à différents animaux qui reproduisent invariablement la maladie ; comme contre-épreuve il filtre du sang charbonneux sur du plâtre et ob-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris. Séance du 30 avril 1877. Rapport fait au ministre de l'agriculture sur une mission dans la Beauce ayant pour objet l'étude du charbon, par M. Toussaint, professeur de physiologie à Toulouse. Août 1879.

tient à l'aide d'aspiration par le vide, un liquide qui ne communique plus la maladie.

M. Pasteur a constaté que, dans le sang infecté soumis à la compression et à une température élevée, les spores des bactéries résistent à la destruction, comme elles résistent aux agents chimiques, à l'alcool, aux acides, aux alcalis, à l'eau bouillante, ce qui explique les erreurs des partisans de la génération spontanée. En effet, M. Bert a pu vérifier, au moyen de sa méthode d'analyse par l'oxygène comprimé, que les êtres microscopiques, les éléments anatomiques isolés ou groupés en tissus, ne résistent pas à une tension de dix atmosphères. Certains germes font seuls exception à cette loi (1).

M. Bert a confirmé de la sorte les autres découvertes de M. Pasteur établissant que les ferments acétiques, alcooliques, etc., sont dus à des organismes vivants qui ne résistent pas aux causes de destruction communes de la vie, tandis que les ferments solubles non vivants, opérant la digestion par fermentation dans les deux règnes (2), résistent à la pression qui tue les organismes. Si le sang charbonneux, soumis à une pression de dix atmosphères, continue à transmettre la maladie, c'est que les germes seuls résistent aux forces qui détruisent les bactéries pendant leur évolution vitale. — M. Pasteur divise les ferments organisés en deux catégories, les aérobies ou les anaérobies, suivant qu'ils empruntent l'oxygène à l'air ou aux corps qui les entourent. Les bactéries et les vibrions correspondraient à ces deux types de ferments, et seraient même parfois capables de naître l'un de l'autre, quand on transforme leurs conditions d'existence, c'est-à-dire, par exemple, quand on empêche l'accès de l'air. La vie sans air est donc possible et l'on comprend ainsi comment, dans une plaie close, un organisme puisse évoluer aux dépens de l'oxygène des

(1) *Société de Biologie*. Séance du 13 janvier 1877.

(2) *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*. 1re année, seconde partie, p. 207.

corps environnants. C'est le cas pour le vibrion septique de la maladie putride, qui a été soumis récemment à la méthode des cultures successives en dehors de l'économie. Cette méthode n'ayant pas donné de résultats constants, M. Pasteur se demanda si le vibrion septique n'était pas un organisme exclusivement anaérobie que l'air tue, comme c'est le cas pour le vibrion butyrique. L'expérience confirma ses prévisions, et la culture de ces microbes dans les gaz inertes réussit invariablement; mais dès que le liquide arrive à l'air, tous les vibrions meurent, et le liquide devient absolument inoffensif. Les germes seuls qui se présentent sous forme de petits points brillants, ne sont pas atteints et transmettent la virulence. Tant que dure la multiplication du vibrion par scissiparité, sa vie sans air s'accompagne d'un dégagement de gaz acide carbonique, d'hyrogène, d'azote et de gaz putrides qui cessent de se produire quand la transformation du vibrion en corpuscule germe va s'accomplir. Voilà donc deux maladies, le charbon et l'infection putride causées par deux organismes aux fonctions opposées; découvertes étonnantes qui permettent d'espérer que la science parviendra un jour à disputer la vie à ces destructeurs invisibles (1).

Dans une communication plus récente (2), M. Pasteur a décrit le microbe *générateur du pus*, cause de l'infection purulente. C'est un vibrion participant aux fonctions des deux autres comme la levure de bière, c'est-à-dire, s'accommodant à la vie de la bactérie et du vibrion. Cultivé au contact de l'air, il dégage de l'acide carbonique et ne joue pas le rôle de ferment, tandis que dans les gaz et le vide, il fermente ; confirmation nouvelle du principe que la *fermentation accompagne la vie sans air*. M. Pasteur est persuadé que ce principe dominera un jour nos connaissances sur la physiologie de la cellule.

(1) *Bulletin de l'Académie de médecine*. Juillet 1877.

(2) *Académie de médecine de Paris*. Séance du 30 avril. Communication faite par MM. Pasteur, Joubert et Chamberland.

Rien de plus simple, de plus élégant que l'expérience par laquelle M. Pasteur a distingué les ferments anaérobies et aérobies. Quand on dépose une goutte de liquide sur une lame de verre et qu'on la recouvre d'une mince plaque de verre circulaire, le liquide reste en contact avec l'air seulement autour de la plaque. Si la goutte est chargée de bactéries, celles-ci succombent dans la région centrale et sont pleines de vie à la périphérie; tandis que, si la goutte contient des vibrions, le phénomène contraire se produit invariablement, du moins pour certaines espèces.

Voici sur quelles expériences se fonde M. Pasteur pour affirmer ce principe.

Il a constaté, dans ses recherches sur les propriétés de la levure de bière, que les champignons inférieurs jouissent du pouvoir réducteur des plantes, quoique privés de chlorophylle ; mais comme ils ne peuvent extraire le carbone de l'acide carbonique, ils le retirent de combinaisons minérales d'origine organique, telles que l'acide tartrique. Une spore de levure ou de moisissure fermente et se multiplie rapidement dans une solution aérée de tartrate d'ammoniaque additionnée de phosphates et de sulphates, mais si le liquide est purgé d'air, c'est-à-dire *d'oxygène*, la fermentation alcoolique se développe énergiquement, tandis que la végétation se ralentit. M. Pasteur en conclut que la plante respire alors en empruntant l'oxygène aux corps composés de la solution. On observe les mêmes phénomènes chez d'autres végétaux inférieurs, comme les moisissures, qui végètent énergiquement à la surface d'une infusion comme sur les murs humides et qui, submergés profondément, se transforment en ferments alcooliques. De même les cellules des fruits placés sous des cloches pendant la maturation, dégagent de l'acide carbonique dans un milieu aéré, tandis qu'elles produisent de l'alcool dans le vide ou dans des gaz inertes. M. Pasteur en conclut que la fermentation n'est pas une fonction spéciale dévolue à certains êtres inférieurs, mais un phénomène caractéristique de la vie des cellules privées

d'air, soit que ces cellules vivent indépendantes les unes des autres comme celles de la levure, soit qu'elles constituent la trame des tissus. La preuve que la fermentation est l'œuvre de la *vie* des cellules, et non une simple opération de chimie organique comme l'affirmait Liebig, c'est qu'il suffit d'écraser les cellules pour faire disparaître le pouvoir du ferment.

De ce que les germes des végétaux inférieurs, et en particulier des *bactéries* de l'air ne se développent spontanément que dans une infusion d'origine organique, les partisans de l'hétérogénie en Angleterre ont conclu dernièrement à la négation du *panspermisme*. M. Tyndall leur a répondu victorieusement en montrant qu'au contact de l'air optiquement pur, c'est-à-dire dépouillé de ses germes, les infusions ne développent pas plus de bactéries que les simples dissolutions. Si les bactéries ne *germent* que dans les infusions d'origine organique, elles se développent parfaitement dans les dissolutions salines, quand elles sont ramollies et actives; l'infusion est seulement nécessaire pour favoriser l'éclosion des germes, c'est-à-dire de la matière bactérielle sèche de l'atmosphère (1).

III

Pendant que de laborieux investigateurs, convaincus de l'immutabilité des principes de la physiologie, analysaient minutieusement la matière, afin d'y découvrir l'agent naturel des inexplicables phénomènes attribués à l'hétérogénie, d'autres moins tenaces, mais plus audacieux, eurent recours à leur imagination pour élaborer un système qui leur permît de consacrer cette dérogation apparente aux lois de la nature, tout en reconnaissant l'inaptitude de la

(1) Discours prononcé en 1878 à l'Institution Royale de la Grande-Bretagne.

matière brute à constituer spontanément des êtres organisés.

Ces théories mixtes, d'une ingéniosité vraiment remarquable, aboutirent toutes, par malheur, à des conclusions dont le matérialisme s'empara aussitôt pour les utiliser concurremment avec la première hypothèse, génération spontanée proprement dite, dans l'établissement de sa méthode. Il est vrai d'ajouter que cet empressement ne tourna guère au profit de nos adversaires; car, de l'adoption simultanée de deux systèmes aussi éminemment exclusifs l'un de l'autre, ressort une contradiction flagrante, qui pourrait étonner peut-être des esprits moins édifiés que les nôtres sur les procédés de l'école rationaliste.

La première tentative de compromis entre l'homogénie et les idées agénétiques doit être rapportée à Buffon, qui la formula dans un système intitulé, nous l'avons vu plus haut, la nécrogénésie.

Attribuer à une combinaison accidentelle de matières brutes la création de ces inimitables chefs-d'œuvre de mécanisme, d'harmonie et de prévoyance qu'on nomme des êtres vivants, était une supposition inacceptable pour le peintre de la nature auquel l'observation avait dû révéler déjà la finalité des phénomènes physiologiques. Mais comment expliquer alors l'apparition de certains êtres organisés là où des expériences insuffisantes n'avaient encore laissé voir de son temps que de la matière privée de vie ?

Buffon crut avoir trouvé la solution du problème, en considérant la vitalité comme une propriété indestructible des molécules organiques, c'est-à-dire des éléments constitutifs des tissus végétaux et animaux. Des molécules ou atomes vivants, d'abord libres et indépendants l'un de l'autre, ayant chacun leur individualité propre, peupleraient l'espace terrestre pour réaliser par leurs diverses combinaisons chacune des formes multiples de la création biologique, depuis les êtres les plus infimes jusqu'aux plus perfectionnés. Ce que nous appelons la mort d'un de ces êtres

complexes, ne serait alors que la dissolution d'une de ces associations; et les molécules organiques ainsi mises en liberté continueraient à vivre isolément, ou entreraient dans de nouvelles combinaisons pour former, ici un insecte, là un quadrupède.

Les associations de ce genre se formeraient d'habitude dans un moule fourni par un organisme préexistant, organisme dont elles imiteraient exactement la texture des molécules, de façon à constituer l'embryon destiné à perpétuer la race. D'autres fois l'agrégation spontanée des atomes se ferait en dehors du milieu ordinaire, et produirait sur-le-champ, non plus des germes et des embryons, mais des organismes à l'état parfait. Les animalcules naissant dans les infusions ne seraient autres que les molécules des matières végétales et animales, rendues isolément à la liberté par suite de la décomposition des corps.

Toute inacceptable que cette théorie paraisse au premier abord, elle mérite cependant un examen sérieux, en raison des propriétés physiologiques sur lesquelles elle a été fort artistement bâtie, et grâce auxquelles elle a su se parer d'un semblant de vérité.

L'expérience a effectivement démontré que la vie des matériaux de l'organisme n'est pas nécessairement liée à la vie générale de l'être dont ils font partie ; que chaque organe peut conserver sa vitalité après avoir cessé d'être uni à ses associés, c'est-à-dire aux autres parties anatomiques de l'être producteur. Ainsi les globules hématiques, qui flottent dans le fluide nourricier, sont des organismes libres et vivants, susceptibles de se reproduire par division spontanée ou par bourgeonnement, mais qui meurent promptement lorsqu'ils sortent de leur milieu ordinaire.

La vitalité propre de beaucoup de parties solides de l'économie animale est également mise en évidence par les signes d'activité qu'elles donnent après leur ablation. Chacun sait que les tronçons du corps d'un ver de terre continuent à se mouvoir après avoir été séparés ; et des

expériences récentes relatives aux greffes animales, et à la transplantation de fragments des tissus vivants sur des parties éloignées de l'organisme, ou même d'un animal à un autre, prouvent que des parties vivantes peuvent continuer à vivre, après avoir cessé d'appartenir à l'individu dont elles formaient primitivement des matériaux constitutifs.

La rhinoplastie, si longtemps ridiculisée et révoquée en doute, en est aujourd'hui l'un des plus heureux témoignages. Déjà en 1731 Garengeot racontait l'histoire d'un soldat dont la partie cartilagineuse du nez fut mordue et arrachée dans une rixe par un de ses camarades. Le morceau enlevé fut réintégré à sa place et maintenu par un emplâtre agglutinatif; la réunion s'opéra promptement et était complète au bout de quelques jours. Le récit de Garengeot ne rencontra pendant longtemps que des incrédules, mais des faits analogues ayant été constatés par plusieurs autres chirurgiens, la possibilité de cette soudure fut admise peu à peu et, à l'heure qu'il est, la rhinoplastie a fait la réputation de plusieurs médecins italiens et allemands, qui en ont fait une spécialité.

Dans quelques cas, l'oreille, après avoir été complètement coupée ou arrachée, a pu être réintégrée, et la réunion entre une portion du doigt et le moignon de cet appendice a été obtenue en plusieurs circonstances.

Le temps écoulé entre l'ablation de la partie et sa réapplication a été parfois très considérable : ainsi MM. les docteurs Velpeau et Ollier ont obtenu la reprise de doigts coupés plusieurs heures après l'accident.

Vers la fin du siècle dernier, Hunter constata la soudure des dents arrachées, avec les mâchoires dans lesquelles ces parties avaient été replantées.

De plus on est parvenu depuis longtemps à faire reprendre complètement des parties d'os entièrement séparées; et M. Flourens a réussi à transplanter, chez certains animaux, des fragments du squelette d'un individu sur un autre.

De même les ergots des coqs et d'autres oiseaux reprennent très bien racine, non seulement à la place dont ils ont été détachés, mais jusque sur le crâne et d'un individu à un autre ; l'appendice ainsi déplacé continue à croître et acquiert parfois une longueur très considérable.

Enfin chez les rats la queue, dépouillée de ses téguments, a pu être greffée dans le tissu cellulaire sous-cutané d'un autre individu. M. Bert a greffé avec succès sous la peau d'un rat la queue d'un autre rat, mort depuis près de sept jours.

Afin d'épuiser la série des arguments favorables à la nécrogénésie, évoquons encore un curieux phénomène dont nous avons fait mention tout à l'heure, c'est la faculté accordée à plusieurs classes d'êtres de se reproduire au moyen de fragments détachés de leur organisme, qui finissent par acquérir identiquement la structure de celui-ci. Dans le règne végétal surtout, la scissiparité est un procédé utilisé par la nature pour la multiplication des individus.

A ces nombreuses allégations de faits qui font des idées de Buffon une théorie fort séduisante, notre réponse sera courte. Nous nous contenterons d'invoquer, pour toute réfutation, les conclusions de notre première partie.

A défaut d'éléments d'observation sérieux, on avait longtemps confondu les animalcules infusoires avec les éléments anatomiques des tissus. L'apparence informe, sous laquelle ils se présentaient les uns et les autres, était de nature à entretenir l'illusion; mais le perfectionnement du microscope, en portant la lumière sur cette question, en a complètement changé la solution. Nous savons aujourd'hui que cette identité n'existe pas, puisqu'on a reconnu aux animalcules microscopiques une organisation parfaitement complète, et retrouvé en eux, outre la génération naturelle, tous les phénomènes constitutifs de la vie animale; tandis que les éléments des tissus, incapables de se reproduire séparément, fût-ce même par bourgeonnement, ne présentent d'autre particularité vitale que de conserver quelque temps le mouvement après leur ablation.

IV

Mais si tout être vivant est produit par un autre être qui vit et si, le plus souvent, les jeunes ainsi formés sont des individus semblables aux parents dont ils proviennent, faut-il en conclure que le règne animal tout entier est soumis à l'homogénésie?

Quelques naturalistes se sont demandé si la puissance génétique ne pourrait pas s'exercer d'une autre manière; l'être qui reçoit la vie de tel ou tel animal, ne pourrait-il pas être essentiellement différent de son procréateur, comme les générations alternantes des méduses et d'autres animaux inférieurs l'avaient fait supposer d'abord ?

Telle est la question que nous posent les partisans de la troisième et dernière hypothèse hétérogénique, généralement connue du monde savant sous la désignation barbare de xénogénésie, littéralement, génération étrangère.

Voici comment ces nouveaux antagonistes exposent et motivent leur manière de voir.

Les vers parasites, disent-ils, qui apparaissent dans l'intérieur de l'organisme d'un poisson ou d'un quadrupède, ne peuvent être des produits de la génération ordinaire; les places qu'ils occupent sont situées trop profondément et sont trop bien fermées de toutes parts pour qu'il soit à supposer que de pareils hôtes aient pu y pénétrer du dehors ; jamais dans les lieux qu'ils habitent, on ne les a vus se reproduire, car on ne leur connaît pas même de faculté génératrice.

Ces animaux sont donc nécessairement issus des organes où ils séjournent, ce que confirme d'ailleurs l'étrangeté de leur conformation qui ne permet pas de les assimiler à aucun des animaux vivant dans le monde extérieur.

De pareilles considérations fourniraient sans doute un précieux appui à l'édifice croulant de la génération spon-

tanée, si, comme nous allons le faire voir, d'éminents physiologistes n'avaient depuis peu déterminé avec soin l'origine et les mœurs de ces animaux.

Sans avoir la prétention de suivre pas à pas ces pionniers de la science dans chacune des fertiles explorations qui étendirent les horizons de l'histoire naturelle sur des mondes nouveaux et en apparence inaccessibles, nous voulons cependant essayer de mettre en lumière quelques-uns des résultats merveilleux auxquels ils sont arrivés dans l'étude d'une classe d'êtres réputés inobservables.

En tête de ces savants d'élite, nous voyons figurer avec un légitime orgueil, le nom bien connu d'un compatriote, M. Van Beneden.

Comme l'avaient fait Redi pour les insectes et Spallanzani pour les infusoires, l'illustre professeur imprima à l'observation des vers intestinaux une première et véritable direction. Plus heureux que ses devanciers, il ne s'est pas contenté d'ouvrir le chemin à un émule ou à un successeur ; mais, engagé dans la voie nouvelle qu'il avait su tracer, il y a recueilli les plus belles découvertes.

Aussi l'Europe savante tout entière s'associa-t-elle à l'admiration générale qu'excitèrent en France et en Belgique les travaux du lauréat de l'Académie des sciences de Paris.

« Personne, avant M. Van Beneden, c'est le secrétaire perpétuel de l'Académie qui parle, personne ne connaissait la transmigration ni les métamorphoses des vers parasites. Qui se serait douté qu'un ver parasite fût destiné à passer une partie de sa vie dans un animal, et l'autre partie dans un autre; qu'il fallait même qu'il en fût ainsi pour que ce ver pût parcourir toutes les phases de son développement ; qu'une de ces phases, celle de l'état de ver agame et de larve, devait se passer dans un animal herbivore et l'autre phase, celle de l'état adulte ou de ténia, dans un animal carnivore.

» Règle générale, tout animal a ses parasites, mais, indé-

pendamment de leurs parasites propres, plusieurs animaux, particulièrement les herbivores destinés à servir de pâture aux carnivores, logent et nourrissent des vers qui, à rigoureusement parler, ne sont pas à eux et ne font que passer par eux pour arriver aux carnivores, auxquels ils appartiennent définitivement. C'est ainsi que le lapin loge et nourrit transitoirement le cysticerque pisciforme, qui ne deviendra adulte que dans le chien ; la souris, le cysticerque fasciolaris qui ne deviendra adulte que dans le chat ; le mouton, le cœnure qui ne deviendra adulte que dans le loup, et ainsi de suite. »

Arrivé dans l'intestin du carnivore, le nouveau ténia pond des œufs en grand nombre, qui sont expulsés au dehors avec les excréments et s'attachent à la végétation du sol, où les herbivores pourront les avaler en broutant.

Le lapin, par exemple, dit M. Van Beneden, trouve ces œufs sur l'herbe qu'il broute, un embryon à six crochets en sort et pénètre dans ses tissus ; cet embryon est conformé pour fouir les organes comme la taupe creuse le sol et pour pénétrer par des galeries qui se forment et se détruisent immédiatement. Parvenu aux viscères qui doivent le nourrir, les crochets devenus inutiles tombent, et l'on voit apparaître une vésicule plus ou moins grande ; cette vésicule ne peut se développer davantage dans le lapin et meurt avec lui, s'il n'est point dévoré. Au contraire, dès que cette vésicule, qu'on appelle cysticerque, est introduite dans l'estomac du chien, une nouvelle activité se manifeste ; le ver passe de l'estomac dans l'intestin, s'attache à ses parois, pousse de nombreux anneaux qui sont autant de vers complets et adultes, et présente cette forme rubanaire qu'on désigne communément sous le nom de ver solitaire.

Ce prétendu ver solitaire est donc une colonie composée d'une première sorte d'individus, la tête, qui s'est développée dans le lapin, et d'une seconde sorte, les segments ou anneaux, qui se forment dans l'homme et qui réunissent les deux sexes. Le ver solitaire, proprement dit, de l'homme

vient du cysticerque celluleux du cochon. Deux Allemands, MM. Keuckenmaester et Leuckart, se sont assurés du fait en administrant des cysticerques du porc à des personnes dont la fin était imminente ou à des condamnés à mort. Ils ont chaque fois retrouvé à l'autopsie les jeunes ténias déjà fixés à l'intestin et déjà en voie de développement.

Des arguments en faveur de l'opinion que le ténia de l'homme provient des vers contenus dans les aliments dont celui-ci se nourrit, avaient été fournis précédemment par les observations de beaucoup de médecins et de voyageurs. Ainsi, on sait qu'en Abyssinie, ce parasite est d'une fréquence extrême, et que, dans cette partie de l'Afrique, on fait un grand usage de viande crue ou à peine cuite. Il paraît aussi que, dans ce pays, les musulmans, à qui l'usage de la viande de porc est interdit, ne sont pas sujets à cette affection vermineuse, et que les religieux de l'ordre des chartreux, qui ne vivent que de substances végétales, en sont également exempts. Plusieurs médecins ont remarqué que le ver solitaire est particulièrement fréquent chez les charcutiers et les cuisiniers. A Saint-Pétersbourg, où le ténia est très rare, et où les médecins ont employé avec avantage l'usage de la viande crue pour le traitement de certaines affections de l'intestin, on a constaté que les malades soumis à ce régime, avaient souvent le ténia.

Il y a donc lieu de penser que la présence du ver solitaire dans notre intestin est due à l'usage de cette viande infestée de cysticerques cellulaires vivants. La cuisson doit avoir pour objet de tuer les vers vésiculaires et de rendre le porc ladre inapte à donner le ténia.

La trichine, dont le nom vient du mot grec qui signifie cheveu, justifie son étymologie par l'extrême ténuité de sa taille. Elle a été récemment citée par les hétérogénistes comme un exemple de la formation agénétique des helminthes ou vers intestinaux; mais à peine cet argument avait-il été employé que des expériences faites en Allemagne sont venues montrer que les larves de la trichine peu-

vent voyager dans la substance des tissus organiques comme le ver de terre voyage dans le sol humide ; muscles, vaisseaux, intestins, rien ne les arrête ; ils pénètrent partout et semblent même habiter de préférence les parties musculaires de l'homme et de certains animaux. M. Leuckart a trouvé que la transformation des trichines agames en vers sexués, n'a jamais lieu dans le tissu musculaire, mais s'effectue très rapidement dans le canal intestinal des divers mammifères qui ont mangé de la chair infectée de la sorte, et que les parasites qui naissent de ces individus dans le tube digestif d'un animal, pénètrent ensuite les murs de leur prison pour aller se loger dans l'épaisseur des muscles où ils s'enkystent.

On peut répartir les parasites animaux, d'après les organes qu'ils habitent, en deux catégories. Ceux qui habitent un hôte provisoire s'installent presque toujours dans un organe clos, muscles, cœur, cerveau ; ce sont, comme le dit fort spirituellement M. Van Beneden, les *mansardes* de l'économie. Ceux, au contraire, qui sont arrivés à leur destination et qui, contrairement aux précédents, ont de la famille, occupent de beaux appartements, on pourrait dire le *premier étage*. Ce premier étage comprend l'estomac avec les dépendances des voies digestives, le poumon, les fosses nasales, les reins, tous les organes *qui sont en communication avec l'extérieur* pour donner issue à la progéniture. La famille n'est jamais séquestrée. Les mansardes de l'économie sont des organes sans issue ; c'est une prison cellulaire d'où le prisonnier ne peut sortir qu'avec la loge qui l'enferme. Cependant les parasites ne se reproduisent généralement pas dans l'animal qu'ils hantent; les œufs sont évacués avec les fèces, et semés au loin pour de nouveaux hôtes.

M. Robin a présenté dernièrement à l'Académie de médecine une note d'où il résulte que les vers vésiculaires des herbivores, qui engendrent le ténia à crochet dans le corps des carnivores, se transforment en ténia non armé (inermis) quand ils séjournent dans leur première demeure. Ils ac-

compliraient donc une évolution particulière sans migration, qui expliquerait l'origine des ténias du cheval, du bœuf, du mouton, c'est-à-dire des herbivores ne dévorant aucun être susceptible d'héberger les scolex de leurs ténias.

Nombre de faits semblables ont été observés en ces derniers temps; ceux qui se sont occupés de la question de l'origine des vers intestinaux savent qu'il ne reste plus aucun doute à cet égard. L'introduction de ces parasites dans les corps étrangers est maintenant un fait acquis à la science, de telle sorte que les représenter encore comme des produits de l'organisation spontanée de la matière inerte, serait faire preuve d'ignorance ou acte de mauvaise foi. Il n'y a pas d'autre alternative; que les partisans quand même des générations spontanées choisissent ; ils ne sauraient échapper, quoi qu'ils fassent, aux conséquences d'un système condamné !

A. Proost
Professeur à l'Université de Louvain.

LE DARWINISME

ET L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX.

—

SIXIÈME ARTICLE (1)

—

§ III. — DE L'ACTION DIRECTE DU SYSTÈME NERVEUX.

Nous savons déjà comment Darwin définit son troisième principe. « Certaines actions, nous dit-il, que nous reconnaissons comme expressives d'états particuliers de l'esprit, sont le résultat direct de la constitution du système nerveux, et ont été, dès l'origine, indépendantes de la volonté, et, pour une large part, de l'habitude. Lorsque le sensorium est très excité, il se produit de la force nerveuse en excès, et elle se transmet dans certaines directions qui *dépendent de la connexion des cellules nerveuses* et, s'il s'agit du système musculaire, de la *nature des mouvements que l'on a habituellement pratiqués*. Ou bien le courant nerveux peut, à ce qu'il paraît, être interrompu (2). »

(1) Voir les quatre livraisons de l'année 1878 et celle d'avril 1879.

(2) « Certain actions, which we recognise as expressive of certain states of the mind, are the direct result of the constitution of the nervous system, and have been from the first independent of the will, and, to a large extent, of habit. When the sensorium is strongly excited nerve-force is generated in excess, and is transmitted in certain directions, dependent on the connec-

Ainsi, le mode de connexion des cellules nerveuses étant quelque chose de permanent, la nature des mouvements habituellement pratiqués étant également un facteur fixe, les phénomènes essentiellement intermittents qui révèlent une émotion, seraient, dans le cas du troisième principe de Darwin, déterminés infailliblement par des voies toutes tracées aux courants nerveux excités. Sans doute, pour certaines expressions que développe particulièrement Darwin à l'appui de son troisième principe, il est des détails rattachés par ce naturaliste à des habitudes utiles. Mais alors il explique ces détails par son premier principe.

Comme point de départ à la théorie des expressions qui sont dues à l'action directe du système nerveux, Darwin s'appuie principalement sur une loi qu'il emprunte à Herbert Spencer, et que celui-ci formule ainsi :

« Un excès de force nerveuse qui, par un motif quelconque, s'échappe sans direction déterminée, prendra d'abord, évidemment, les voies les plus habituelles, et si celles-ci ne suffisent pas, il se répandra ensuite par les moins habituelles (1). » « Conséquemment, dit Darwin, les muscles faciaux et respiratoires qui sont de l'usage le plus fréquent, entreront naturellement les premiers en action ; puis viendront ceux des extrémités supérieures, ensuite ceux des extrémités inférieures, et enfin ceux de tout le corps (2). » Le naturaliste anglais rappelle souvent cette

tion of the nerve-cells, and, as far as the muscular system is concerned, on the nature of the movements which have been habitually practised. Or the supply of nerve-force may, as it appears, be interrupted. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 66.

(1) « An overflow of nerve-force undirected by any motive, will manifestly take first the most habitual routes ; and if these do not suffice, will next overflow into the less habitual ones. » Herbert Spencer, *Essays*, seconde série, 1863, p. III. (Citation de Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 9.)

(2) « Consequently the facial and respiratory muscles, which are the most used, will be apt to be first brought into action ; then those of the upper extremities, next those of the lower, and finally those of the whole body. » Ch. Darwin, *ibid.*, p. 71.

loi des effluves nerveuses qui, faute de direction déterminée, se répandent par les voies accoutumées (1).

Bain a donné une loi qui n'est pas sans analogie avec le principe de l'action directe du système nerveux, c'est la *loi de diffusion*. « Je crois, dit-il, que c'est une loi mentale, générale, que toute impression ou sentiment éprouvé intérieurement est toujours accompagné d'une action ou excitation diffusive sur les membres du corps (2). »

Par membres du corps, Bain entend d'ailleurs des organes musculaires quelconques. « Les organes affectés d'abord et principalement par l'influence diffusive de l'onde nerveuse, sont les parties susceptibles de mouvement, et parmi celles-ci, de préférence — (avec les oreilles chez les animaux), — les traits de la face dont les mouvements constituent l'expression de la physionomie. Mais l'influence s'étend à toutes les parties du système des mouvements volontaires ou involontaires. En même temps il se produit une série d'effets importants sur les glandes et les viscères : l'estomac, les poumons, le cœur, les reins, la peau (3). »

Au jugement du professeur d'Aberdeen, cette loi de diffusion coïncide avec le troisième principe de Darwin. Après l'avoir cité, il remarque, en effet, lui-même : « Nos lecteurs y reconnaîtront celui que j'ai appelé loi de diffusion (4). »

(1) *Ibidem*, p. 73, 76.

(2) « I believe it to be a general law of the mind that, along with the fact of inward feeling or consciousness, there is a diffusive action or excitement over the bodily members. » Bain. *The senses and the intellect*, 2nd édition. p. 96. (Citation de Darwin, *ibid.*, p. 8.)

(3) « The organs first and prominently affected, in the diffused wave of nervous influence, are the moving members, and of these, by preference, the features of the face (with the ears in animals), whose movements constitute the *expression* of the countenance. But the influence extends to all the parts of the moving system, voluntary and involuntary ; while an important series of effects are produced on the glands and viscera — the stomach, lungs, heart, kidneys, skin. » Alexandre Bain, *The emotions and the will*, 3rd edition, p. 4. London, 1875.

(4) Alex. Bain, *Les idées de Darwin sur l'expression des émotions*, *Revue scientifique*, 7 novembre 1874, p. 433, Paris.

Voyons maintenant ce qu'il faut penser de ce principe de l'action directe du système nerveux. Nous l'examinerons d'abord d'une manière générale, puis dans les applications particulières qu'en fait Darwin.

I. Remarques générales sur le troisième principe de Darwin.

Nous avons à faire sur ce sujet plusieurs observations :

1° Sans attacher au principe de l'action directe du système nerveux plus d'importance qu'il n'en a, nous devons proclamer que l'impartialité nous empêche de nous associer à certaines critiques que Bain a formulées à l'endroit de ce principe.

Comme nous venons de le dire, la *loi de diffusion* de ce dernier savant, à ne peser que la valeur des termes, ressemble beaucoup au principe de l'action directe du système nerveux ; cependant, en fait, Bain rattache à celle-là des phénomènes que Darwin explique par son premier principe, et, à d'autres égards, il n'étend pas aussi loin dans la pratique sa loi de diffusion que ne le fait Darwin pour son troisième principe. Or, lorsque Darwin, dans le développement des faits qui dépendent de l'action directe du système nerveux, fait intervenir des phénomènes que Bain exclut du cadre de sa loi de diffusion, celui-ci nous paraît vraiment trop prompt à en conclure que Darwin s'égare.

C'est ainsi que le professeur écossais reproche à Darwin de grouper parfois sous l'action directe du système nerveux des mouvements spontanés qui ne sont aucunement expressifs.

« Les gambades et les cris joyeux des jeunes animaux, nous dit Bain, sont purement l'effet du trop-plein de la force nerveuse, et quoique ces mouvements soient très susceptibles de se trouver unis avec une émotion agréable, ils proviennent d'une origine indépendante, plutôt physique que mentale ; ce ne sont pas, à proprement parler,

des mouvements d'expression ; ils n'expriment rien qu'une provision abondante de force physique (1). »

Et un peu plus loin le même écrivain dit encore :

« Dans le passage suivant, il est évident que M. Darwin combine la spontanéité avec l'expression de la joie : *Dans un transport de joie ou d'un vif plaisir, il existe une forte tendance à divers mouvements sans but, et à l'émission de divers sons. C'est ce que nous observons chez les jeunes enfants, dans leur rire bruyant, leurs battements de mains, leurs sauts de joie ; dans les bonds et les aboiements du chien que son maître mène avec lui à la promenade ; dans les gambades d'un cheval qui a devant lui le champ libre.* Le premier cas, l'attitude de l'enfant, est ordinairement un mélange d'exubérance et de plaisir causé par l'exercice ; le second, les sauts du chien, contient un élément de plaisir, on le sait ; et le dernier, les gambades du cheval, est presque de la spontanéité pure, il n'exprime pas nécessairement du plaisir ou de la joie (2). »

Ces critiques à l'adresse de Darwin ne nous paraissent réellement pas fondées.

Et d'abord, n'est-il pas certain que les gambades et les cris joyeux des jeunes animaux; le rire bruyant, les battements de mains et les sauts de joie des enfants; les bonds et les aboiements du chien qu'on mène à la promenade ; les gambades d'un cheval qui a le champ libre devant lui, que tout cela doit être considéré comme exprimant l'émotion de la joie ? Sur ce point, Darwin est incontestablement dans le vrai. Il importe peu que les mouvements décrits soient liés à un état naturel d'exubérance nerveuse. L'observation constate qu'ils annoncent la joie ; par conséquent ils doivent être considérés comme exprimant cette émotion. Bain le nie en ce qui regarde les jeunes animaux et les chevaux, mais lui-même appelle *joyeux* les cris des jeunes animaux,

(1) Al. Bain, *Les idées de Darwin sur l'expression des émotions*, *Revue scientifique*, 7 novembre 1874, p. 434, Paris.

(2) *Ibidem*.

et nous croyons que le désir seul de plier les faits à une hypothèse préconçue peut entraîner à dire que des cris *joyeux* n'expriment pas la *joie*. Quant au cheval, nous doutons fort que celui qui a vu un cheval s'élancer hennissant au moment où on lui ouvre l'écurie pour lui accorder la liberté, puisse croire, avec Bain, qu'il n'y a pas là une manifestation de la joie. Pour nous, comme pour Darwin, ce sont là évidemment des phénomènes émotionnels.

Bain prétend également qu'il faudrait détacher de l'action directe des ondes nerveuses les effets intelligibles par l'influence opposée du plaisir et de la peine. D'après une loi qu'il a formulée, le plaisir se relie à un accroissement de vitalité, et la peine à une diminution. A l'entendre, Darwin ne serait pas suffisamment exact quand il mêle aux actions nerveuses directes les effets spéciaux au plaisir et à la peine. « Nous ne saurions jamais perdre de vue le besoin que nous avons de restreindre la portée de la loi de l'action directe par la loi de l'opposition du plaisir et de la peine, à savoir : que le plaisir, par lui-même, exalte le ton du physique, et que la peine, par elle-même, le déprime (1). »

Quand on traite de l'action directe du système nerveux, on ne devrait, si nous en croyons le savant d'Aberdeen, envisager que les stimulants *neutres*, *qui ne font qu'exciter la conscience sans donner ni plaisir*, *ni peine* (2). « Le

(1) Alex. Bain, *Les idées de Darwin sur l'expression des émotions*, *Revue scientifique*, 7 novembre 1874, p. 437. Paris.

(2) *Ibid.*

La loi qui relie le plaisir à un accroissement et la peine à une diminution de vitalité, est certainement exacte. Elle a de nombreuses conséquences émotionnelles. Cependant, à cet égard, Bain nous paraît surfaire l'importance de son rôle personnel. Ce serait, à notre avis, une illusion pour un écrivain quelconque, de s'imaginer qu'en formulant ce principe d'une manière plus ou moins heureuse, il a fait quelque découverte. En réalité, il y a là une observation connue de tous. Néanmoins c'est un grand mérite que de décrire les faits avec exactitude et clarté. Personne, ce nous semble, n'a mieux réussi que Gratiolet à peindre les effets opposés de la joie et de la tristesse.

« La joie, nous dit-il, est l'expression d'une vie complètement épanouie ; le

meilleur exemple qu'on puisse donner de la diffusion réduite à elle-même, dit-il, est la surprise ou l'étonnement, puisqu'il y a de nombreux exemples de surprise sans aucun mélange de plaisir ou de peine (1). »

Mais cette critique est-elle plus heureuse que la première? Il nous est impossible de l'admettre.

Sans doute, nous admettons parfaitement que la joie est normalement liée à une exaltation des fonctions vitales et la peine à une diminution. Mais pourquoi Darwin devrait-il, pour ce motif, éliminer de l'action directe du système nerveux, les effets contraires dus à la joie et au plaisir? Que veut, en effet, le naturaliste de Down (2) par son troisième principe? Expliquer certains phénomènes émotionnels qu'il ne peut rattacher ni aux habitudes utiles, ni au principe de l'antithèse. Or, certainement, la joie et la

sang, circulant plus aisément, colore les joues; la respiration, plus active, s'accélère jusqu'à devenir convulsive, éclatante, et prend le nom de rire; mais cette convulsion, loin de nuire aux actions respiratoires, les favorise, et mon spirituel maître, Étienne Pariset, pouvait la définir : une promenade joyeuse à l'intérieur de soi-même. Le corps tout entier s'associe à ces mouvements : un besoin indicible de marcher, de courir, de sauter, de tourner sur soi-même, agite alors les jeunes enfants; toutes ces expressions disent clairement combien la vie leur est facile et douce, combien ils sont heureux d'en célébrer la fête. » P. Gratiolet, *De la physionomie*, p. 47.

Voyons-le maintenant nous décrire la tristesse :

« La tristesse est le contraire de la joie. La joie est l'expression d'une expansion libre de la vie ; la tristesse, au contraire, correspond à un sentiment de dépression générale, d'indifférence, de dégoût et d'affaissement; la face et le corps expriment ce dégoût et cet affaissement; les yeux, presque sans regard, semblent ne sortir qu'à regret de leur atonie, les mouvements respiratoires sont à peine sensibles; la lèvre inférieure passivement entraînée retombe; la tête inclinée s'affaisse sur une épaule; et les chairs du visage sont si flasques, que, dans cette attitude oblique de la tête, la joue inférieure abandonnée à son poids pend en quelque sorte, tandis que la joue supérieure s'aplatit sur le squelette de la face, et de ce côté paraît singulièrement amaigrie. Je citerai en exemple une de ces têtes antiques que les artistes connaissent sous le nom de fille de Niobé ; le génie de l'artiste avait deviné cette attitude passive des chairs dont l'expression est surtout frappante dans la période d'anéantissement du désespoir. » *Ibid.*, p. 53.

(1) *Ibid.*, p. 435.

(2) Down, dans le comté de Kent, est la résidence habituelle de Darwin.

peine, dans leurs manifestations essentielles, sont bien dans ce cas. Darwin est donc parfaitement logique en groupant ces phénomènes sous l'action directe du système nerveux.

Il est vrai que Bain, tout en reprochant à Darwin d'avoir rattaché au troisième principe les expressions joyeuses décrites plus haut, nous dit ailleurs que la loi de l'opposition du plaisir et de la peine rentre dans le principe de l'antithèse. Il va même jusqu'à prétendre que telle est la manière de voir de Darwin.

« Ce n'est, nous dit le savant professeur, qu'avec son principe de l'antithèse que M. Darwin cherche à généraliser l'expression d'opposition du plaisir et de la peine. En réalité, les principaux exemples qui prêtent un appui évident à ce principe sont ceux qui rentrent dans cette catégorie (1). » Et après avoir indiqué quelques exemples du principe de l'antithèse présentés par Darwin, il ajoute : « Les autres allusions éparses que l'auteur fait au principe des mouvements opposés ne sont guère que de purs exemples de l'opposition du plaisir et de la peine (2). »

Mais sur ce point Bain est dans une complète erreur : il n'a pas compris Darwin.

Nous ne répéterons pas ce que Darwin appelle principe de l'antithèse. Nos lecteurs savent parfaitement que pour faire, dans le sens du naturaliste anglais, une application de ce principe, il ne suffit pas que deux expressions présentent des caractères opposés, il faut que *l'une d'elles doive son origine primitive à des mouvements combinés volontairement et dans un but utile.* Par conséquent, en supposant que le plaisir et la peine se traduisent par des expressions précisément opposées, il ne s'ensuit en aucune façon que ces expressions dépendent du principe de l'antithèse tel

(1) Alex. Bain, *Les idées de Darwin sur l'expression des émotions, Revue scientifique*, 7 novembre 1874, p. 436. Paris.

(2) *Ibid.*

qu'il est conçu par Darwin. En fait, sauf pour tel ou tel détail accidentel, Darwin ne fait jamais intervenir la considération du principe de l'antithèse dans le développement des caractères de la joie et de la peine. Sans doute, il y a, d'une manière générale, contraste dans les manifestations joyeuses ou pénibles ; mais, on ne peut trop le répéter, ce n'est pas sur une simple donnée d'opposition que Darwin prétend établir son principe de l'antithèse.

En somme, les critiques formulées par le professeur d'Aberdeen à l'endroit de Darwin, sont peu exactes. Comme il le dit dans l'article qu'il a consacré à l'appréciation des idées de Darwin sur l'expression des émotions, il a eu seulement en vue de les comparer aux idées contenues dans l'ouvrage que lui-même a publié sous le titre : *Les sens et l'intelligence* (1). Or, cette préoccupation purement personnelle a non seulement conduit Bain à émettre des objections inadmissibles, mais elle l'a fait tomber dans une méprise complète au sujet du *principe de l'antithèse* de Darwin.

2° Nous admettons pleinement, cela va de soi, que l'action directe du système nerveux peut conduire à des mouvements expressifs. En fait, il n'est pas une seule manifestation de la vie, — si l'on excepte peut-être des êtres tout à fait infimes, — qui ne soit due à la constitution du système nerveux. A plus forte raison, nulle part il ne peut y avoir une expression émotionnelle qui n'en dépende. Darwin lui-même, naturellement, le proclame. « Tout mouvement que nous exécutons, dit-il, est déterminé par la constitution du système nerveux (2). » Seulement, il ne range sous son troisième principe que les expressions qu'il ne croit pouvoir rendre intelligibles, ni par le principe de *l'association des habitudes utiles*, ni par le principe de *l'antithèse*.

(1) Voir *ibid.*, p. 434.

(2) « Every movement which we make is determined by the constitution of the nervous system. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 66.

Mais une objection grave contre l'utilité de la considération du troisième principe de Darwin, lorsqu'on recherche la cause spéciale des manifestations émotionnelles, est celle-ci :

On peut se demander si c'est faire avancer la théorie des expressions émotionnelles que d'y introduire comme la cause *particulière* d'une classe de phénomènes passionnels, la cause *nécessaire* et *universelle* de tous. Qu'est-ce que nous apprenons qui ne soit connu de tout physiologiste, lorsqu'on vient nous dire, en se bornant à cet énoncé général, qu'une expression émotionnelle s'explique par l'action directe du système nerveux ? Est-ce que, par hasard, il en pourrait être autrement ? Sans doute, parfois Darwin essaie quelques timides aperçus dans cet ordre d'idées, pour expliquer avec détail les caractères particuliers d'une émotion ; mais qu'il y a loin de là à une solution vraiment scientifique ! Le savant anglais avoue lui-même que la matière est pleine d'obscurités.

« Notre sujet présent est fort obscur, nous dit-il, mais son importance demande qu'on le discute avec une certaine étendue, et c'est toujours une chose utile que de connaître clairement notre ignorance (1). »

Oui, certes, dès le moment où l'on veut faire descendre un peu les explications dans le détail, le sujet est, en général, fort obscur ; et il ne sera pas difficile de montrer qu'à cet égard l'ignorance du savant anglais est encore plus complète qu'il ne l'imagine.

Mais il est un écueil inévitable, lorsque l'on se contente de rattacher à un principe aussi vague la plupart des expressions émotionnelles : c'est de grouper ensemble, pour en former une seule classe, les phénomènes les plus disparates, qui, sans doute, dépendent bien, comme toutes nos fonctions vitales, de la constitution du système nerveux,

(1) « Our present subject is very obscure, but, from its importance, must be discussed at some little length ; and it is always advisable to perceive clearly our ignorance. » Ch. Darwin. *ibidem*, p. 66.

mais, analysés dans leurs caractères propres, naissent probablement de causes particulières tellement différentes qu'elles rendent tout rapprochement illusoire. Aussi les partisans eux-mêmes de Darwin ne peuvent s'empêcher d'en faire la remarque. « La fameuse *horreur du vide* du moyen âge, dit Erdmann, aurait pu lui montrer ce qui arrive lorsqu'on cherche un principe commun pour expliquer tout à la fois l'ascension de l'eau dans un tuyau de pompe et l'appétence des aliments excitée par la faim (1). » En réalité toutes ces recherches de Darwin sur son troisième principe, sont entassées le plus souvent sans qu'aucun lien rationnel les réunisse sérieusement, et selon le jugement du même critique, *elles sont présentées à la manière d'un calculateur qui voudrait résoudre une équation sans l'avoir ordonnée préalablement* (2).

Ces remarques sont parfaitement justes. Le vague des considérations qui remplissent ainsi chez Darwin la plus grande partie de l'étude émotionnelle de l'action directe du système nerveux, l'entraîne, à notre avis, à se payer de mots plutôt que d'explications. Nous allons en avoir une preuve immédiatement.

3° Selon Herbert Spencer, *lorsque le flux nerveux s'échappe sans direction déterminée, il s'engage d'abord par les voies accoutumées, et le trop-plein seulement se répand par les voies moins habituelles*. Il croit par là expliquer bien des détails des expressions, et, comme nous l'avons vu, Darwin à sa suite considère cette loi comme étant de *la plus haute importance par la lumière qu'elle répand sur la matière*.

Pour notre part, nous sommes persuadé que cette lu-

(1) « Der berüchtigte *horror vacui* des Mittelalters hätte ihm zeigen können, was dabei herauskomt, wenn ein gemeinschaftlicher Grund gesucht wird dafür, dass das Wasser ins Pumpenrohr steigt, und dass der Hungrige nach Essen begehrt. » Professor Erdmann, *Darwin's Erklärung pathognomischer Erscheinungen*, p. 8, Halle, 1873.

(2) « Sie nämlich angestellt werden, wie wenn der Rechner eine Gleichung lösen wollte, die nicht geordnet ist. » *Ibidem*.

mière est une pure illusion : la loi de Herbert Spencer n'éclaire *en rien* le problème des phénomènes passionnels.

Et, en effet, que veut-on dire lorsqu'on nous apprend que le courant nerveux se répand de préférence par les *voies accoutumées?*

Et, d'abord, dans l'application que Darwin fait ici de cette loi, il ne peut être question des voies suivies par les effluves nerveuses pour déterminer des mouvements qui, soit actuellement, soit primitivement, ont une signification utile. Tels sont, par exemple, les gestes de la menace dans la colère et la fureur. Darwin rattache, en effet, avec raison ces sortes de mouvement à l'association des habitudes utiles. Mais il ne peut être question maintenant que des mouvements étrangers à la poursuite d'un but quelconque.

Or, la question étant ainsi restreinte, encore une fois que veut-on dire lorsqu'on nous apprend que les ondes nerveuses dans les moments d'excitation se répandent par les voies habituelles?

Entend-on, par exemple, que, sous l'empire d'une émotion excitante déterminée, le flux nerveux s'engage dans des voies déjà habituellement suivies sous l'influence de causes différentes, en sorte que l'émotion, sans avoir en propre des voies spéciales pour la transmission du courant nerveux qu'elle provoque, ne fait que profiter d'une communication préétablie ? S'il en est ainsi, — et tel est bien le sens naturel des expressions employées par Spencer et par Darwin, — cette prétendue loi physiologique n'est que l'énoncé d'une erreur.

Si, en effet, cette loi était vraie, voici quelle en serait la conséquence évidente :

Toutes les émotions excitantes : la joie, la colère, la rage, etc., se traduiraient par la même expression. Le flux nerveux n'aurait plus qu'à s'engager, abstraction faite de la nature diverse de ces différentes émotions, dans les voies le plus habituellement suivies pour d'autres usages. Ces voies seraient donc les mêmes pour toutes les émo-

tions excitantes, et celles-ci présenteraient une expression identique.

Il en serait de même pour toutes les émotions déprimantes ; le courant nerveux se supprimerait d'abord dans les voies moins habituelles, et ici encore les expressions coïncideraient.

Or, il est manifeste que ces conséquences sont inadmissibles.

Mais si tel n'était pas le sens donné par Herbert Spencer à son principe, il signifierait donc que, sous l'empire de la joie, le courant nerveux produit par l'excitation suivrait les voies ordinaires qui appartiennent à la joie ; sous l'impulsion de la colère, les voies appartenant habituellement à la colère et ainsi de suite. Dans ce cas, le flux nerveux a une direction précise ; et n'est-il pas évident qu'énoncer une loi de ce genre, ce serait ne rien dire du tout? Certes, il est bien clair que, dans le rire, si l'excitation ne suivait pas la voie nécessaire pour déterminer la contraction du grand zygomatique, il n'y aurait pas de rire.

Ainsi, lorsqu'il s'agit d'expliquer les expressions, cette théorie des *voies accoutumées* n'éclaire, en réalité, aucun côté obscur du problème. Elle n'est qu'une méprise ou une tautologie.

La supposition de Herbert Spencer relative à la force nerveuse qui, pour l'expression des émotions, s'échapperait à l'aventure, sans *direction déterminée (undirected)* est sans base dans les faits. Toute force nerveuse excitée dans ces circonstances, a toujours sa direction marquée par la nature même de l'émotion qui la provoque.

4° Mais si les vues de Darwin et de Herbert Spencer servent peu à éclairer l'action directe du système nerveux sur les manifestations émotionnelles, il n'en est pas de même des travaux récents des physiologistes. Sans doute, il reste toujours beaucoup d'obscurités, mais il est des recherches aussi qui ont été couronnées d'un véritable succès.

Déjà Ch. Bell avait abordé le problème, non sans d'importants résultats. Il avait constaté que le centre nerveux respiratoire, qu'il plaçait, avec vérité, dans la moelle allongée, a une part très grande dans les phénomènes passionnels.

« L'appareil respiratoire, nous dit-il, est l'instrument de la manifestation des émotions (1). »

Il y a de l'exagération dans cette assertion : il n'est pas, en effet, un organe qui ne puisse servir à l'expression des sentiments, et par conséquent l'appareil respiratoire ne saurait être l'instrument universel de cette expression.

Cependant, — et les travaux postérieurs à Ch. Bell n'ont fait que mettre davantage en lumière cette vérité, — il est certain que les centres qui commandent les expressions passionnelles ont surtout leur siège dans la moelle allongée.

Elle est, en effet, comme le savait déjà Ch. Bell, *le centre coordonnateur des mouvements respiratoires* (2) ; elle est un centre d'innervation du cœur au moyen des nerfs *accélérateurs* et *ralentisseurs* que nous avons déjà fait connaître ; elle renferme aussi le centre *vaso-moteur* (3), qui joue le rôle essentiel dans les phénomènes de la rougeur produite par un sentiment de honte ou de modestie.

Un des points les plus intéressants qui aient été élucidés par les recherches récentes des physiologistes, est le contre-coup que les émotions exercent sur le cœur. La question a été surtout étudiée d'abord par Claude Bernard, et la découverte des nerfs *accélérateurs* et *ralentisseurs* est venue ensuite nous donner la clef des phénomènes. Vu l'importance de la matière, nous voulons nous y arrêter quelques instants.

(1) « The apparatus of respiration is the instrument by which the emotions are manifested. » Sir Ch. Bell, *The anatomy and philosophy of expression*, 6th edition, p. 190. London, 1872.

(2) David Ferrier, *Les fonctions du cerveau* (traduit de l'anglais par Henri C. de Varigny), p. 40, Paris, 1878.

(3) V. David Ferrier, ouvrage cité, p. 45.

Résumons d'abord les faits acquis par Claude Bernard.

« Le cœur, dit Fernand Papillon, est celui de tous les organes qui ressent le plus et le plus vite l'influence des excitations sensitives déterminées dans les centres nerveux. Sitôt qu'une modification quelconque est produite dans la substance nerveuse centrale, les nerfs transmettent cette vibration dans le cœur, et à l'instant même les mouvements de celui-ci en éprouvent une perturbation qui se traduit de différentes manières. Tantôt l'action nerveuse est assez énergique pour arrêter immédiatement le cœur ; le sang n'étant plus alors renvoyé dans les vaisseaux, la syncope se produit, et la peau prend la pâleur et la lividité de la mort. Tantôt un effet inverse a lieu, et les battements du cœur, au lieu d'être arrêtés, sont accélérés ; en ce cas, le sang est lancé à plein calibre dans le cerveau, et il en résulte une surexcitation de l'activité de cet organe. Le cœur n'est pas plus le siège des sentiments que la main n'est celui de la volonté, mais c'est un réactif que les sentiments modifient avec une extrême délicatesse et une infaillible sûreté. Non seulement il révèle par le trouble même de son rythme normal la nature de l'excitation initiale du cerveau, mais encore il provoque dans l'organisme tout entier des désordres dont l'ensemble forme un tableau qui est comme l'image physique et l'extérieur saisissable de la passion. Et il ne provoque ces désordres qu'en réagissant à son tour sur le cerveau, organe de toutes les démonstrations et de tous les mouvements des nerfs et par suite des muscles. C'est ainsi que le cœur et le cerveau, le système sanguin et le système nerveux concourent ensemble à la production des phénomènes passionnels par une série d'actions et de réactions alternatives.

» Tel est du moins le principe de la doctrine exposée par M. Claude Bernard dans une conférence célèbre faite à la Sorbonne en 1864 (1). »

(1) Fernand Papillon, *Les passions d'après les travaux récents de physio-*

Voici maintenant le mécanisme de ces actions réciproques du cerveau sur le cœur et du cœur sur le cerveau :

« A cette époque, continue l'écrivain de la *Revue des deux mondes*, on ne connaissait pas encore bien la nature des connexions nerveuses du cœur avec le cerveau, et c'est à combler cette lacune qu'un physiologiste russe, M. E. Cyon, a travaillé avec succès dans ces dernières années. Le cœur est muni d'un certain nombre de petits ganglions nerveux autonomes, sans relations avec le cerveau, et d'où partent, sous l'influence du sang, un certain nombre d'impulsions motrices. Ce sont ces ganglions qui président aux battements ordinaires et normaux de l'appareil cardiaque; mais le rythme et la force de ces battements sont à chaque instant modifiés par des excitations d'origine cérébrale. C'est que le cerveau envoie aux ganglions du cœur deux ordres de nerfs : les nerfs pneumogastriques ou ralentisseurs et les nerfs accélérateurs. L'excitation des premiers diminue le nombre et augmente la puissance des mouvements cardiaques. Les nerfs accélérateurs agissent d'une manière inverse, ils augmentent le nombre et diminuent la puissance des contractions. Ces deux espèces de nerfs approprient l'activité du cœur à celle du reste de l'organisme, et la maintiennent en équilibre avec les oscillations continuelles des diverses fonctions du corps et de l'âme. Outre ces filets, qui vont du cerveau dans le cœur, il en est qui vont du cœur au cerveau et que M. Cyon nomme *dépresseurs*. Ces cordons ont pour office de prévenir le cerveau et, par suite, l'âme, des changements survenus dans le rythme et la force des contractions cardiaques. Ainsi, grâce aux nerfs pneumogastriques et accélérateurs le cœur est un organe où tous les états passionnels, avec leurs nuances les plus délicates, se réfléchissent exactement et immédiatement comme dans un miroir. D'autre

logie et d'histoire naturelle; Revue des deux mondes, 15 décembre 1874, p. 831-832. Paris.

part, grâce aux nerfs dépresseurs et à la loi physiologique qui nous fait reporter le siège de nos sensations dans l'organe qui les recueille, notre conscience connaît l'infinie diversité des oscillations et des variétés des battements cardiaques consécutifs aux états passionnels. La mécanique des mouvements du cœur dans les passions dépend de ces deux courants nerveux dirigés en sens inverses.

» Tous les mouvements agréables ou joyeux de l'âme excitent les nerfs accélérateurs du cœur et font battre cet organe très vite en diminuant l'intensité des contractions qu'il éprouve. Les expressions : *le cœur palpite de joie*, *tressaille de joie*, caractérisent à merveille cet effet des nerfs accélérateurs. La facilité avec laquelle le cœur se vide dans de telles circonstances donne lieu au sentiment de bien-être rendu par les mots de *cœur léger*. Au contraire, tous les sentiments tristes ou affligeants agissent principalement sur les fibres ralentissantes des nerfs pneumogastriques. Les émotions de ce genre diminuent la vitesse des battements du cœur, augmentent, par suite, la quantité de sang que cet organe pompe pendant la diastole, et il en résulte que les contractions, destinées à chasser le sang dans les vaisseaux, deviennent alors pénibles et longues. Ces contractions, accompagnées de douleur, provoquent tout un ensemble de sensations que la langue traduit par des expressions telles que celles-ci : *cœur gros*, *cœur oppressé*, *cœur torturé*. L'expression : avoir le *cœur gros*, rend avec une exactitude particulière la sensation de resserrement qu'on éprouve dans la région précordiale après de longues angoisses. Une nouvelle douloureuse annoncée d'une manière soudaine détermine souvent des contractions tumultueuses, irrégulières, dues à une paralysie des nerfs ralentisseurs, et il n'est pas rare de voir un arrêt complet du mouvement cardiaque et par suite une syncope succéder à une excitation désordonnée. On a donc bien raison, dit à ce sujet M. Claude Bernard, quand il s'agit d'apprendre à quelqu'un une de ces nouvelles qui *brisent le*

cœur, de ne la lui faire connaître qu'avec précaution et ménagement. L'intensité des effets des passions de l'âme sur le cœur dépend principalement du degré d'excitabilité des nerfs qui relient le cœur et le cerveau. Plus cette excitabilité est grande, plus les mouvements cardiaques sont prononcés et plus aussi les impressions consécutives sont délicates. C'est parce que les femmes et les enfants ont ces nerfs plus excitables qu'ils ont aussi le cœur plus profondément affecté par les passions ou, comme on le dit, le cœur plus tendre et plus sensible (1). »

C'en est assez, pensons-nous, de ces observations générales sur l'action directe du système nerveux envisagée comme un principe propre à éclairer les phénomènes émotionnels. Voyons maintenant jusqu'à quel point Darwin a réussi à donner une théorie satisfaisante des cas particuliers qu'il rattache à ce principe.

II. Applications particulières du troisième principe de Darwin.

Il est évident que nous n'avons rien à objecter lorsque Darwin, avec tous les physiologistes, attribue à l'action directe du système nerveux la décoloration accidentelle des cheveux sous l'influence d'une profonde terreur ou d'un chagrin extrême, le tremblement des muscles dans des circonstances diverses, les modifications des sécrétions du canal alimentaire et de certaines glandes sous l'empire de fortes émotions, le trouble apporté dans les battements du cœur par la moindre impression extraordinaire. Relativement à ces diverses questions, Darwin ne fait guère que décrire les phénomènes et s'aventure peu dans les explications de détail. Mais, dans le tableau varié des expressions émotionnelles, Darwin détache et approfondit quelques traits d'une manière particulière, et il est intéressant de le suivre dans cette étude.

(1) Fernand Papillon, *ibidem*, p. 832-834.

Les expressions que le physionomiste anglais soumet ainsi à une analyse plus complète sont le rire, le hérissement et la rougeur excitée par un sentiment de honte ou de modestie. Nous allons nous y arrêter successivement.

Le rire.

Le rire soulève deux questions :

Quelle est la signification essentielle de cette expression ?

Jusqu'à quel point peut-on s'expliquer les caractères qu'elle présente ?

A. — *Signification essentielle du rire.*

Selon Darwin, le rire ne serait pas autre chose qu'un rayonnement de la joie. « Dans sa signification primitive, nous dit-il, le rire ne paraît être que l'expression de la joie et du contentement (1). » Par suite, à sa manière de voir, il n'y aurait entre le rire et le sourire qu'une différence du plus au moins, et à part la question de degré, ce seraient des phénomènes complètement similaires.

Il y a là, d'après nous, une erreur.

Le sourire est bien simplement l'expression du contentement et de la bienveillance. Mais le vrai rire, caractérisé particulièrement par les mouvements spasmodiques du diaphragme, suppose toujours l'intervention d'un élément tout différent de la joie, c'est la perception intellectuelle, — dans un acte, dans un fait, dans un accoutrement, dans une attitude, — d'une réunion bizarre de circonstances qui *jurent*, pour employer l'expression vulgaire, de se rencontrer ensemble. Ainsi on rit si l'on voit une vieille femme affecter une élégance tapageuse sous une toilette de jeune fille. Le rire, en un mot, est l'écho répercuté par l'organisme, d'un jugement qui saisit le côté grotesque ou plaisant d'une association de choses naturellement incompati-

(1) « Laughter seems primarily to be the expression of mere joy or happiness. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 198.

bles. C'est ainsi qu'Horace nous demande si nous pourrions nous empêcher de rire en voyant une peinture où l'on combinerait en un seul individu les caractères les plus disparates d'animaux différents :

> Humano capiti cervicem pictor equinam
> Jungere si velit, et varias inducere plumas,
> Undique collatis membris, ut turpiter atrum
> Desinat in piscem mulier formosa superne ;
> Spectatum admissi risum teneatis amici ?
>
> *Art poétique.*

Si le rire, au fait, était simplement l'expression de la joie, il est bien clair que plus on serait joyeux, plus on éclaterait de rire. Mais il est d'observation quotidienne qu'il n'en est pas ainsi. Celui à qui l'on annonce une nouvelle qui le comble de joie, la succession d'un héritage considérable par exemple, ne se met pas à rire aux éclats. Et, d'autre part, quoiqu'il y ait toujours quelque joie chez le rieur, l'influence des circonstances extérieures qui entraînent à rire est si impérieuse que parfois l'on rit dans des moments où l'on n'y est rien moins que disposé.

Darwin, au reste, remarque lui-même que chez l'homme fait la simple émotion de joie ne suffit pas à provoquer le rire. « Chez les grandes personnes, nous dit-il, le rire est excité par des causes fort différentes de celles qui suffisent dans l'enfance ; mais cette observation ne peut guère s'appliquer au sourire. A cet égard, le rire est analogue aux pleurs qui chez les adultes ne se produisent que sous l'influence d'une douleur mentale, tandis que chez les enfants ils sont excités à l'occasion d'une peine corporelle ou d'une souffrance quelconque, de même que par la crainte et par la colère. On a écrit plusieurs dissertations intéressantes sur les causes du rire chez les grandes personnes. Le sujet est extrêmement complexe. La cause la plus commune paraît être quelque chose de messéant ou de bizarre, excitant la surprise et un certain sentiment de supériorité chez

le rieur. Celui-ci doit être, d'ailleurs, dans une joyeuse disposition d'esprit (1). »

Or, il y a dans ce passage tout à la fois quelque chose de la vérité et de l'erreur.

Effectivement, on rit sous l'impression de quelque chose de messéant, d'une association bizarre et inattendue de circonstances, association qui, par suite, excite de la surprise. Souvent aussi, il y a chez le rieur, — nous ne disons pas un sentiment d'orgueil, — mais quelque sentiment de supériorité, en ce sens que si nous rions des travers d'autrui, c'est que nous ne nous sentons pas disposés à les imiter. Sur ce point donc, nous ne pouvons nous associer aux critiques qui ont été élevées par d'autres, notamment par L. Dumont (2).

Mais, à notre avis, Darwin se trompe complètement lorsqu'il distingue entre les causes du rire chez les enfants et chez les grandes personnes. Lorsque les enfants *rient véritablement*, ils rient par des causes analogues à celles qui agissent sur les grandes personnes. Alors aussi on remarque, chez eux, les *mouvements spasmodiques qui, dans le rire, affectent la poitrine et surtout le diaphragme*. Seulement, la plupart du temps, les enfants se livrent simple-

(1) « With grown-up persons laughter is excited by causes considerably different from those which suffice during childhood; but this remark hardly applies to smiling. Laughter in this respect is analogous with weeping, which with adults is almost confined to mental distress, whilst with children it is excited by bodily pain or any suffering, as well as by fear or rage. Many curious discussions have been written on the causes of laughter with grown-up persons. The subject is extremely complex. Something incongruous or unaccountable, exciting surprise and some sense of superiority in the laugher, who must be in a happy frame of mind, seems to be the commonest cause. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 119-200.

(2) Voir Léon Dumont. *Le transformisme en Angleterre; Revue scientifique*, 3 mai 1873, p. 1040-1041. Paris. — Cet écrivain est d'ailleurs tombé dans une erreur de fait, lorsqu'il réfute Darwin, comme si le célèbre naturaliste avait enseigné que le rire chez les grandes personnes a pour cause quelque chose d'*absurde*. En effet, le mot *incongruous*, que nous avons traduit par *messéant*, et que L. Dumont traduit par *absurde*, n'a pas cette dernière signification.

ment à des éclats joyeux. Ces éclats joyeux, Darwin les confond bien improprement avec le rire, quoique celui-ci s'en distingue nettement par les caractères que nous venons d'indiquer.

L'assimilation, d'ailleurs, que Darwin cherche à établir avec le cas des pleurs, ne favorise en aucune façon sa thèse. Sans doute, de même que les grandes personnes ne se livrent pas aussi facilement que les enfants à des cris joyeux, de même encore chez elles les pleurs ne coulent pas aussi facilement que dans le jeune âge.

Mais ce n'est là qu'un effet de la retenue, de la contrainte morale qu'inspire l'éducation, et il ne s'ensuit pas que les causes du phénomène soient, au fond, différentes dans les deux âges. Si, en effet, les grandes personnes ne pleurent le plus souvent que sous l'influence d'une douleur mentale, les enfants peuvent également pleurer par cette cause. Et de même si le vrai rire n'est pas aussi habituel chez les enfants, parce qu'ils n'ont pas ordinairement l'intelligence assez avancée, ni assez vive, pour saisir le côté grotesque ou messéant des associations qui provoquent le rire des adultes, lorsque pourtant cette perception existe, ils rient comme les grandes personnes et pour des causes identiques : c'est là chez eux le signe d'une activité intellectuelle précoce.

A l'appui de ses idées sur la signification essentielle du rire, Darwin invoque les observations faites sur les idiots. Ils seraient, d'après lui, une bonne preuve que le rire, comme le sourire, n'exprime originellement que le contentement ou la joie. Le lecteur va juger s'il en est ainsi.

« Le Dr Crichton Browne, dit Darwin, m'apprend que chez les idiots le rire est de toutes les expressions émotionnelles, la plus marquée et la plus fréquente (1). » Ce spécialiste cite l'exemple d'un jeune idiot qui, tout en se

(1) « Dr Crichton Browne... informs me that with idiots laughter is the most prevalent and frequent of all the emotional expressions. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 199.

plaignant qu'un de ses camarades lui eût donné un coup de poing dans l'œil, se livrait à des *explosions de rire, en même temps que toute sa face s'illuminait de larges sourires* (1). Il a remarqué des idiots *qui sont toujours joyeux et bienveillants et qui rient et sourient sans cesse* (2). Or, dit Darwin, *selon la remarque du Dr Browne, la gaieté de la plupart d'entre eux ne saurait dépendre de l'influence d'idées nettes quelconques : ils éprouvent simplement du plaisir et l'expriment en riant ou en souriant* (3).

Mais ces observations ne nous paraissent pas concluantes.

Et d'abord il est évident que le Dr Browne a, comme Darwin, confondu avec le rire les cris joyeux analogues à ceux que font entendre les enfants dans leurs ébats. Lorsqu'il nous cite, en effet, l'exemple de son jeune idiot, il nous le représente comme se livrant à des *explosions de rire*, et comme ayant de plus *la face illuminée de larges sourires*. Mais si, dans ces explosions, il s'agissait du véritable rire, comme celui-ci implique la rétraction et le relèvement des commissures labiales à un degré plus marqué encore que le sourire, l'indication de ces sourires comme expression surajoutée n'aurait pas de sens. Il ne peut donc être question dans ce passage que des explosions bruyantes et des cris joyeux qui, à l'instar de ce qui se passe le plus souvent chez les enfants, expriment simplement le plaisir et la gaieté; et dès le moment où le Dr C. Browne fait confusion à cet égard, manifestement les citations qu'on lui emprunte n'ont plus de valeur.

Mais admettons, — et nous n'y voyons aucune difficulté, — que parmi ces observations il y ait eu des cas de véritable rire, il ne s'ensuit rien qui favorise la thèse de Darwin. On nous dit bien que chez la plupart des idiots

(1) Voir *ibidem*.

(2) *Ibidem*.

(3) The joyousness of most of these idiots cannot possibly be associated, as Dr Browne remarks, with any distinct ideas : they simply feel pleasure, and express it by laughter or smiles. » *Ibidem*.

le rire ne s'associe à aucune idée distincte ; mais qu'en sait-on ? Les idiots, du moins ceux dont il s'agit, ont des idées ; seulement ils les associent d'une manière bizarre. Que se passe-t-il dans leur imagination quand on les voit rire? Personne ne saurait le dire ; mais précisément la bizarrerie des idées qui traversent leur cerveau, suffit à expliquer leur rire d'après les vues que nous avons supposées.

Et nous sommes d'autant plus autorisé à raisonner ainsi, que Darwin lui-même et le Dr Browne constatent que les idiots sans idées, ceux qui sont *complètement stupides* (*utterly stolid*) ne rient jamais (*never laugh*) (1).

Nous pouvons donc conclure que chez les idiots, comme ailleurs, le rire s'appuie nécessairement sur la perception de quelque association bizarre de faits réels ou imaginaires. Mais s'il en est ainsi, il est clair que la confusion qu'a voulu introduire Darwin entre le sourire, simple expression de plaisir et de bienveillance, et le rire, expression de sentiments joyeux, mais complexes, est inadmissible.

Au reste, cette confusion n'est pas plus possible en s'arrêtant aux caractères physionomiques du sourire et du rire. Le sourire, en effet, — Darwin lui-même le reconnaît (2), — n'est jamais accompagné de l'émission des sons saccadés, de cette contraction spasmodique de la poitrine et du diaphragme, qui caractérisent si nettement le rire. A quelque point de vue que l'on se place, il n'est donc pas possible d'admettre que le sourire passe au vrai rire par une gradation insensible.

B. — *Explication des caractères du rire.*

Si maintenant nous abordons le détail des particularités qui caractérisent le rire, on doit reconnaître que Darwin a très bien dépeint les traits de cette expression.

Mais le célèbre naturaliste est-il aussi heureux dans les vues théoriques qu'il émet pour rendre intelligibles ces traits ? Nous ne le pensons pas.

(1) *Ibidem.*
(2) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 210.

Sans doute il est un point que Darwin, à la suite de Ch. Bell et du Dr Piderit, explique très bien. Lorsque nous rions, nos yeux brillent d'un éclat particulier : c'est là un fait d'observation vulgaire. Or, la pression que subit le globe de l'œil au moment du rire, donne la raison de cet éclat. Cette pression est due, d'ailleurs, à une double cause : d'une part, la contraction des muscles orbiculaires et le relèvement des joues ; d'autre part, l'afflux du sang sous l'influence excitante du plaisir.

Mais les explications qu'essaie Darwin relativement à d'autres particularités, nous paraissent vraiment bien peu sérieuses.

C'est ainsi que pour rendre raison de l'émission de sons durant le rire, Darwin nous fait remarquer que partout chez les animaux cette émission s'associe à l'émotion du plaisir, en sorte qu'il est naturel de prévoir la même chose chez l'homme. Sans doute, les animaux émettent des sons sous l'influence du plaisir ; ils en émettent dans la colère, ils en émettent sous l'empire de la douleur. Mais il nous semble que Darwin n'a fait ici que déplacer le problème. Pourquoi les animaux font-ils entendre des sons dans ces circonstances ? Pourquoi, en particulier, les font-ils entendre sous l'impression du plaisir ? La question est la même pour eux que pour l'homme, et cette question reste entière.

Nous avons déjà dit ce qu'il faut penser de la tentative timide hasardée par Darwin pour rattacher au principe de l'antithèse le caractère *saccadé* du rire. Nous n'y reviendrons donc plus.

Mais voyons l'explication que nous donne Darwin, de la forme que prend la bouche au moment où nous rions.

On se rappelle cette explication. Lorsqu'on rit, il y a élévation de la lèvre supérieure et rétraction du coin de la bouche. Pourquoi ?

Tout en convenant que le sujet est obscur, Darwin présente la solution que voici. Dans le rire la bouche s'ouvre

de cette manière et pas davantage, parce qu'elle ne doit pas être trop ouverte, et, d'autre part, elle doit l'être assez. Si la bouche s'ouvre extrêmement comme il arrive quelquefois dans un accès excessif de rire, il n'y a presque plus de son émis ou bien le son est modifié. Aussi la mâchoire inférieure est souvent agitée de mouvements vibratoires, comme pour prévenir cet inconvénient. D'autre part, la bouche doit être assez ouverte pour qu'un son plein puisse être émis. Il faut donc ici une espèce de juste milieu. Au reste, pour qu'on puisse mieux juger de cette espèce de théorie, donnons le texte même de Darwin.

« Un point également obscur est la cause de la rétraction des commissures labiales et de l'élévation de la lèvre supérieure pendant le rire ordinaire. La bouche ne doit pas s'ouvrir au plus haut degré, car lorsqu'il en est ainsi dans le paroxysme d'un rire excessif, c'est à peine si quelque son est émis, ou bien le son change de ton et semble venir du fond de la gorge. Les muscles respiratoires et même ceux des membres s'agitent en même temps avec rapidité par des mouvements vibratoires. La mâchoire inférieure participe souvent à cette agitation, comme pour prévenir une grande ouverture de la bouche. Cependant, puisqu'il faut émettre un plein volume de son, la bouche doit être suffisamment ouverte, et c'est peut-être pour arriver à ce but que les coins de la bouche sont rétractés et la lèvre supérieure relevée (1). »

(1) « It is an equally obscure point why the corners of the mouth are retracted and the upper lip raised during ordinary laughter. The mouth must not be opened to its utmost extent, for when this occurs during a paroxysm of excessive laughter hardly any sound is emitted; or it changes its tone and seems to come from deep down in the throat. The respiratory muscles, and even those of the limbs, are at the same time thrown into rapid vibratory movements. The lower jaw often partakes of this movement, and this would tend to prevent the mouth from being widely opened. But as a full volume of sound has to be poured forth, the orifice of the mouth must be large ; and it is perhaps to gain this end that the corners are retracted and the upper lip raised. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 207-208.

Franchement ! nous le demandons : y a-t-il là l'ombre d'une explication ? Que nous dit, en résumé, Darwin ? *Si la bouche ne s'ouvrait pas de la manière connue, on rirait d'une autre manière qu'on ne rit maintenant.* Eh ! sans doute, il n'y a vraiment là que l'énoncé d'une vérité nécessaire. Seulement la question n'est pas de savoir, je suppose, si en modifiant le jeu des organes, on ne modifierait pas l'expression ; mais il faudrait nous faire comprendre pourquoi nous rions d'une manière déterminée plutôt que d'une autre.

Voilà donc un spécimen des explications de Darwin ; et pourtant il reproche quelque part à Gratiolet de donner parfois des explications qui n'expliquent guère. Le lecteur jugera si le naturaliste anglais a réussi à se mettre à l'abri d'un semblable reproche.

Au demeurant, Darwin lui-même convient que ses explications n'avancent guère la question, mais il constate, comme nous l'avons dit antérieurement, que tout au moins les diverses particularités du rire dépendent d'une cause commune, et il en donne une raison curieuse :

« Quoique, nous dit-il, nous puissions difficilement rendre raison de la forme de la bouche durant le rire, et, par suite, des plis qui se dessinent au-dessous des yeux, de la nature particulière des sons saccadés du rire, ou des mouvements vibratoires des mâchoires, nous pouvons cependant conclure que tous ces effets sont dus à quelque cause commune. Car tous caractérisent et expriment l'émotion joyeuse chez différentes espèces de singes (1). »

Nous faisons toutes nos réserves relativement au pré-

(1) « Although we can hardly account for the shape of the mouth during laughter, which leads to wrinkles being formed beneath the eyes, nor for the peculiar reiterated sound of laughter, nor for the quivering of the jaws, nevertheless we may infer that all these effects are due to some common cause. For they are all characteristic and expressive of a pleased state of mind in various kinds of monkeys. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 208.

tendu rire des quadrumanes. Accordons-le pour le moment.

Nous admettons très bien, d'ailleurs, que toutes ces particularités du rire : la forme de la bouche, le caractère saccadé des sons, le mouvement des mâchoires, que tout cela dépend d'une cause commune. Mais ce que nous voulons faire remarquer, c'est, dans cette circonstance comme dans une foule d'autres, la manière essentiellement sophistique du raisonnement de Darwin.

Que nous dit, en effet, le naturaliste anglais?

Pour établir que les mouvements propres du rire dépendent d'une cause commune, il nous dit que ces mêmes mouvements sont associés chez différents singes à l'émotion du plaisir. Mais est-ce que, par hasard, le plaisir est plus clairement associé à cette expression chez les singes que chez l'homme? Mille fois non. Darwin lui-même, dans l'étude qu'il a faite des singes à cet égard, n'a cessé d'en appeler, comme confirmation, aux caractères connus du rire chez l'homme. Mais s'il en est ainsi, on pourrait, aussi bien chez les singes que chez l'homme, et *à fortiori*, se demander si ces mouvements dépendent d'une cause commune et répondre : *Nous pouvons conclure que tous ces effets dépendent chez les singes d'une cause commune. Car, chez l'homme, ils expriment tous l'émotion du plaisir.* Le cercle vicieux du raisonnement de Darwin est donc manifeste.

Mais il y a plus : Darwin lui-même conviendra nécessairement que les phénomènes du rire qu'il prétend avoir constatés chez les singes, sont plus obscurs chez eux qu'ils ne le sont chez l'homme. En attendant que nous y revenions, il nous suffira de rappeler sur ce sujet les recherches embarrassées du savant avocat des singes. Qui, au contraire, pourrait se méprendre sur le sens joyeux du rire de l'homme? Et pourtant, pour prouver que les phénomènes du rire humain dépendent d'une cause commune, Darwin invoque la signification joyeuse des phénomènes plus ou moins similaires chez les singes. C'est le plus haut degré du cercle

vicieux, puisqu'un phénomène obscur sert d'éclaircissement à un autre qui est clair ou moins obscur : *Obscurum per obscurius.*

En somme donc, nous savons d'une manière générale que le rire, comme une infinité d'autres phénomènes, dépend de l'action directe du système nerveux, mais, à notre avis, Darwin s'est complètement mépris sur la signification essentielle de cette expression ; et quant à l'explication des traits caractéristiques du rire, nous croyons que les recherches propres à ce savant nous apprennent bien peu, si même elles nous apprennent quelque chose.

Sera-t-il plus heureux dans la théorie du hérissement des appendices dermiques? C'est ce qu'il nous faut examiner.

Le hérissement.

Ce phénomène, nous en avons déjà fait la remarque avec Darwin, peut se manifester sous l'influence de causes purement physiques, indépendamment de toute émotion : par l'action d'un froid trop intense, par exemple. Nous n'avons pas à revenir sur ces faits qui ne rentrent pas dans notre cadre.

Mais quand le hérissement révèle une émotion, quand il se lie à un frémissement de tout l'être sensible, quel est précisément le sentiment qu'il réflète? Telle est la question qui va nous occuper. Nous l'aborderons successivement pour les animaux et pour l'homme.

A. — *Le hérissement chez les animaux.*

En parlant du hérissement des appendices dermiques chez les animaux, Darwin s'exprime ainsi :

« *Ces appendices se hérissent sous l'influence de la colère ou de la terreur ; plus spécialement lorsque ces émotions sont associées ou se succèdent rapidement* (1). »

(1) Voir Darwin, *The expression of the emotions*, p. 95.

Ainsi, d'après Darwin, l'érection des poils et autres téguments pourrait être provoquée chez les animaux par trois causes différentes : ou bien par la *colère*, ou bien par la *terreur*, ou enfin sous l'*influence combinée de ces deux émotions*.

Or, en est-il bien ainsi? A notre sens, la formule de Darwin n'est pas complètement exacte.

Il est certain que le hérissement a lieu dans une foule de cas sous l'action évidente de la colère. Nous en avons rapporté des exemples d'après Darwin lui-même. Par conséquent, en supposant qu'il ne fût pas démontré que la terreur *seule* peut également provoquer ce phénomène, il serait d'une méthode rigoureusement scientifique, dans le cas où l'animal présenterait un mélange de crainte et de colère, d'attribuer le hérissement à la colère seule. Il n'est pas rationnel, en effet, pour rendre raison d'un phénomène, d'invoquer une cause problématique lorsqu'une cause parfaitement établie l'explique suffisamment.

De plus, dans les cas douteux à une première apparence, il serait bon, autant que possible, de voir si les circonstances mêmes de l'observation ne révèlent pas clairement à laquelle des deux émotions, la colère ou la crainte, le hérissement doit être attribué. Il est bon surtout d'observer les animaux qui passent par des phases successives de colère et de crainte, afin de constater à quel moment a lieu l'érection et de dégager ainsi l'émotion à laquelle appartient l'effet.

Or, si nous procédons ainsi, — et personne, pensons-nous, ne peut contester que telle soit la vraie méthode scientifique, — il paraît impossible d'attribuer le hérissement à la terreur. Il appartient essentiellement à l'attitude de la menace. Dès le moment où, cédant à la terreur, l'animal renonce à toute résistance, le poil ne se hérisse plus. Mais nous le voyons se dresser à mesure que monte la colère.

Nous en avons un exemple remarquable chez l'élan dont nous avons parlé ailleurs, et qui a blessé à mort un homme aux États-Unis. Dans le mémoire, en effet, qui lui a été

consacré à l'Académie des sciences d'Ottawa, on le représente comme brandissant d'abord ses andouillers, poussant des cris de fureur et foulant le sol ; *à la fin son poil se hérisse et il s'élance alors à l'attaque* (1). Le hérissement du poil a donc été le symptôme caractéristique de la fureur arrivée à son paroxysme.

Chez les oiseaux, la colère les domine d'une manière évidente au moment où ils hérissent leurs plumes. Aussi un observateur d'une grande expérience à cet égard, M. Jenner Weir, constate-t-il que l'érection des plumes chez les oiseaux doit être attribuée bien plus à la colère qu'à la crainte. Selon lui, en règle générale, lorsque les oiseaux sont effrayés, ils compriment étroitement leurs plumes, et, par suite, diminuent leur volume. Et aussitôt qu'ils reviennent de leur frayeur, la première chose qu'ils font, c'est de secouer leurs plumes pour reprendre leur volume primitif (2).

Ces appréciations sur les oiseaux me sont confirmées par la princesse E. de C. qui, durant de longues années, a fait les observations les plus attentives et les plus variées sur les mœurs des oiseaux de volière. Toujours elle a vu les oiseaux, lorsqu'ils sont effrayés, presser leurs ailes contre le corps et se rapetisser le plus possible.

Cette tendance des oiseaux à s'effacer, à se dissimuler sous l'empire de la crainte, tendance naturelle s'il en fut jamais, a été remarquée par bien d'autres observateurs.

C'est ainsi que A. Dubois, en parlant des lagopèdes, nous dit : « Ces oiseaux redoutent tellement le gerfaut que, dès qu'ils l'aperçoivent, ils s'enfoncent dans la neige avec une rapidité surprenante et s'y enfouissent complètetement ; Schrader a observé ce fait (3). »

(1) Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 79. — Voir J. Caton, *Ottawa Acad. of Natural Science*, May 1868, p. 36, 40.

(2) Voir Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 99-100.

(3) Alphonse Dubois, *Faune illustrée des vertébrés de la Belgique*, série II, *Les oiseaux*, 8e livraison p. 58. Bruxelles-Paris, 1877.

Et Naumana nous rapporte aussi au sujet du faucon hobereau : « J'ai vu plusieurs fois un hobereau fondre sur une bande d'hirondelles, et celles-ci montrer une telle frayeur de cette attaque, que plusieurs tombaient à terre comme mortes, et que je pouvais les ramasser (1). »

Tout cela est on ne peut plus opposé au hérissement qui, au lieu d'effacer l'animal, le met, au contraire, en évidence.

Darwin, il est vrai, objecte que tout en admettant que la colère soit la cause principale et ordinaire de l'érection des plumes chez les oiseaux, il est pourtant probable que les jeunes coucous qu'on regarde dans leur nid, et la poule qui voit ses poussins menacés par l'approche d'un chien, éprouvent bien aussi au moins quelque crainte. Sans doute, cela est probable : mais cela ne prouve pas que la crainte intervient comme cause du hérissement. D'après les faits que nous avons invoqués plus haut, il est, au contraire, naturel, dans le cas du coucou et de la poule, de considérer le hérissement comme dû à la colère, qui domine alors l'oiseau, plutôt qu'à la crainte. Tout, d'ailleurs, dans l'attitude menaçante que prend le volatile, nous semble commander cette interprétation.

Il est vrai aussi qu'en faveur de sa thèse, Darwin invoque l'autorité de M. Tegetmeier, d'après lequel ce serait une chose reconnue depuis longtemps, que chez les coqs de combat l'érection des plumes sur la tête est un signe de couardise. Mais le fait nous paraît pouvoir s'expliquer facilement. L'érection des plumes est la seule démonstration menaçante qui frappe particulièrement l'attention antécédemment à la bataille, et par suite ce phénomène est surtout apparent chez les coqs qui perdent le plus de temps dans les préliminaires. A ce point de vue, les amateurs de cette sorte de spectacle peuvent trouver effectivement de la couardise relative chez les coqs le plus longtemps hérissés, sans que, pour cela, le hérissement cesse d'être un phénomène de colère.

(1) Naumana, citation d'A. Dubois, ouvrage indiqué, 9e livraison, p. 65-66.

Voici un fait dont j'ai été témoin, et qui prouve bien que chez les gallinacés le hérissement des plumes n'est qu'une manifestation de colère.

Un jour, il y a quelques années, je regardais se battre deux poules. Pendant l'action, des deux côtés, sous l'influence de la colère de l'attaque, les plumes étaient hérissées. A la fin, l'une d'elles, se sentant impuissante, prit peur et battit en retraite ; or, la poule victorieuse la poursuivit les plumes continuant à être dressées, tandis que chez la poule vaincue, dès le moment où elle céda à la peur, ses plumes retombèrent.

Le grand naturaliste américain, Audubon, rapporte dans sa monographie de la grue blanche d'Amérique, un épisode de chasse qui nous paraît aussi éclairer particulièrement le problème.

Une après-midi, pendant l'hiver, Audubon descendant le Mississipi pour aller à Natchez, aperçut plusieurs grues blanches posées sur un large banc de sable. Aussitôt, prenant sa carabine et des munitions, il se mit en mesure de débarquer. Il s'approche sous le couvert d'un gros arbre échoué près du bord, et il parvient à une centaine de mètres de distance des grues. Alors il tire, et il nous raconte ainsi les incidents qui suivirent :

« Les grues épouvantées, nous dit Audubon, s'envolèrent toutes, moins une qui fit quelques sauts en l'air, mais retomba de suite, et se mit à courir çà et là, en traînant une aile. Quand je fus debout, elle m'aperçut, j'imagine, pour la première fois, car elle commença à pousser de grands cris et à se sauver avec la rapidité d'une autruche. Moi, laissant là ma carabine déchargée, je n'eus rien de plus pressé que de partir à ses trousses, et sans doute elle m'eût échappé s'il ne se fût rencontré par hasard une pile de bois, près de laquelle elle se retrancha et m'attendit. Quand je voulus m'en approcher, haletante et épuisée comme elle était, elle se redressa de toute sa hauteur sur ses longues jambes, étendit le cou, hérissa ses plumes qui

frémirent, et marcha sur moi le bec ouvert, les yeux étincelants de colère. Je ne puis vous dire si ce fut, chez moi, l'effet d'un abattement inusité, ou d'une extrême fatigue ; mais toujours est-il que je ne me sentis nullement d'humeur de me mesurer avec mon adversaire, et que je ne songeai qu'à battre en retraite sans cependant le quitter des yeux. Plus je reculais, plus la grue avançait ; tant et si bien que je lui tournai enfin les talons, et commençai à jouer des jambes, en fuyant plus vite que je n'étais venu. La grue me poursuivait toujours, et je fus bien heureux d'atteindre la rivière où je me jetai jusqu'au cou, en appelant les hommes du bateau qui vinrent, en toute hâte, à mon secours. Le maudit oiseau ne cessait cependant de me lancer des regards furieux ; entré lui-même dans l'eau jusqu'au ventre, et seulement à quelques pas de moi, il m'adressait de là de grands coups de bec, et ne quitta la place que quand il vit approcher les rameurs (1). »

Tout cela me paraît en opposition manifeste avec les vues de Darwin sur la part qui appartiendrait à la terreur dans le hérissement.

Que voyons-nous, en effet, ici ?

Lorsque la grue jette des cris d'effroi et se sauve avec la rapidité d'une autruche, les plumes ne se hérissent pas. Mais lorsque l'oiseau, après s'être retranché quelque temps contre une pile de bois, se décide à lutter, et que la terreur fait place à l'irritation, nous le voyons, *en même temps que ses yeux étincellent de colère*, hérisser ses plumes frémissantes, et marcher droit sur le chasseur. La grue est maintenant en proie à une telle colère qu'au lieu de fuir, c'est elle-même cette fois qui *poursuit opiniâtrément* le chasseur. Ce n'est donc pas la terreur qui lui a fait hérisser les plumes, mais la colère ; et le hérissement des plumes n'est qu'un détail de toute cette attitude de défi et de provocation que prend alors l'oiseau.

(1) Audubon, *Scènes de la nature dans les États-Unis et dans le Nord de l'Amérique* (traduction d'Eugène Bazin), tome II, p. 142-143. Paris, 1857.

Le naturaliste Behrends nous rapporte au sujet de la *Bondrée apivore (Pernis apivorus)* des observations qui ne sont pas moins péremptoires.

Il en a possédé une pendant quatre ans, et entre autres choses, il nous dépeint ainsi ses mœurs :

« Rien n'était plus plaisant que de la voir manger dans la même écuelle avec deux cochons d'Inde, un étourneau, un pluvier doré et deux cailles.....

» Mais autant ma bondrée apivore se montrait douce vis-à-vis des hommes et des animaux dont je viens de parler, autant elle devenait furieuse quand un chien approchait. Elle fondait sur lui, se cramponnait à sa tête, lui donnait des coups d'ailes, des coups de bec, *hérissait son plumage*, sifflait comme un chat. Les chiens, même les plus grands et les plus méchants, prenaient peur et s'enfuyaient. Mais, même après leur départ, il fallait quelque temps pour que la rage de la bondrée s'apaisât (1). »

En étudiant les circonstances dans lesquelles a lieu le hérissement chez le chien, on peut aussi dégager sûrement, à notre avis, l'émotion qui, chez lui, entraîne ce phénomène. Selon Darwin, le tégument pileux du chien se hérisse tout à la fois sous l'influence de la colère et de la crainte (2). Que le poil se hérisse dans l'espèce canine sous l'influence de la colère, c'est là un fait d'observation quotidienne. Mais se hérisse-t-il jamais sous l'influence de la crainte? Nous ne le pensons pas. Lorsque, sous le coup d'une menace, on détermine chez le chien un sentiment de crainte ou de terreur manifeste, jamais on ne le voit se hérisser. Les faits mêmes rapportés par Darwin le prouveraient au besoin. C'est ainsi qu'au moment où un chien est menacé du fouet, quoiqu'il soit sous l'empire d'une grande crainte, il ne hérisse pas son poil. Mais si, par hasard, dans un cas

(1) Behrends, citation d'Alphonse Dubois, *Faune illustrée des vertébrés de la Belgique*, série II, *Les oiseaux*, 5e livraison, p. 39. Bruxelles-Paris, 1877.

(2) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 96.

semblable, l'animal s'irrite et fait mine de résistance, à l'instant tout son poil se dresse (1). Preuve évidente que c'est la colère, et non pas la crainte, qui peut provoquer le hérissement de la race canine. Sans doute, lorsque le chien se hérisse, il peut être tout à la fois agité par la colère et par la crainte, mais cela ne prouve pas du tout que la crainte soit pour quelque chose dans l'érection du poil.

Darwin nous cite aussi le chimpanzé et l'orang comme susceptibles de se hérisser sous l'influence de la crainte, et il invoque deux faits à l'appui de son assertion. Le premier est une observation faite par un gardien du *Jardin zoologique*, qui a vu le poil de ces singes se hérisser lorsqu'ils sont effrayés, pense-t-il, par le bruit du tonnerre. Le second a été observé par Darwin lui-même. *J'ai vu*, dit-il, *un chimpanzé qui avait pris peur à la vue d'un noir charbonnier ; tout son poil se dressa sur son corps. L'animal fit quelques petits bonds en avant, comme pour attaquer l'ouvrier, quoiqu'il n'en eût aucunement l'intention, et qu'il voulût seulement l'effrayer, ainsi que le faisait remarquer le gardien* (2).

Mais ces faits nous paraissent susceptibles d'une tout autre interprétation.

Et d'abord, relativement au bruit du tonnerre, le chimpanzé et l'orang étaient-ils effrayés ou irrités en entendant ces bruits qui pour eux avaient quelque chose d'insolite et de menaçant? Il y avait peut-être un mélange de ces deux émotions, mais, à en juger par l'analogie avec un fait *que nous avons observé souvent*, nous pensons que la colère

(1) Voir Darwin, ouvrage cité, p. 96.

Plus loin, Darwin nous dit encore : *Le chien, en proie à une extrême terreur, se jettera par terre, hurlera, et évacuera ses excréments ; le poil pourtant, je pense, ne s'érige pas* A MOINS QU'IL NE SE JOIGNE QUELQUE SENTIMENT DE COLÈRE. « A dog under extreme terror will throw himself down, howl, and void his excretions, but the hair, I believe, does not become erect unless some anger is felt. » *Ibidem*, p. 122.

(2) Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 95.

était l'émotion dominante. J'ai possédé, en effet, un chien caniche qui, chaque fois qu'il entendait gronder l'orage, se précipitait à la porte de la maison en aboyant avec colère, comme si le bruit lui avait annoncé un ennemi à repousser. Le même gardien, d'ailleurs, dont l'autorité est invoquée par Darwin, a vu, dans d'autres circonstances, le poil de l'orang et du chimpanzé se hérisser sous l'influence manifeste de la colère.

Quant à l'observation faite par Darwin lui-même, elle nous paraît exclure son interprétation. Le savant naturaliste pense que le poil s'est hérissé, chez le chimpanzé, parce que l'animal se serait effrayé à la vue d'un noir charbonnier ; mais cette supposition est-elle exacte ? Pour notre part, nous croyons qu'elle est démentie par l'ensemble des circonstances du fait. En même temps qu'il se hérisse, nous voyons, en effet, le chimpanzé se précipiter par des bonds en avant, comme pour une attaque. Or, ce sont bien là, sans illusion possible, des gestes de colère. On nous dit, à la vérité, que la bête n'avait aucune intention réelle d'attaquer le charbonnier : c'est possible. Mais il n'en est pas moins vrai que la signification de ce mouvement est parfaitement claire et annonce la colère.

Et puisqu'il en est ainsi, il est inutile et contraire aux règles d'une saine méthode scientifique, de chercher dans une émotion autre que la colère, la cause du hérissement.

Le chat, au sens de Darwin, lui fournirait un argument plus favorable encore à sa thèse sur les relations de la crainte et du hérissement. Il nous a dit d'abord que lorsque le chat se hérisse en présence du chien, c'est là l'*expression d'une terreur mêlée de colère (expressive of terror combined with anger)*. Et s'il s'était contenté d'en rester là, nous lui demanderions encore d'aborder une discussion plus précise des faits, pour arriver à démêler peut-être entre les deux émotions, celle qui a provoqué le hérissement. Mais plus tard le naturaliste anglais devient plus absolu. « Chez le chat, nous dit-il, le hérissement ne

paraît se produire que sous l'action de la crainte (1). » L'exemple invoqué est toujours celui d'un chat qu'effrayerait un chien. Voici comment Darwin décrit les symptômes de l'émotion :

« Lorsque les chats sont dominés par la crainte, ils se redressent le plus haut possible, en courbant le dos d'une façon risible bien connue. Ils crachent, sifflent ou grognent. Leur poil se hérisse sur tout le corps et particulièrement sur la queue... Les oreilles sont inclinées en arrière et la bête montre les dents (2). »

Certes l'attitude est ici parfaitement décrite, mais est-il bien vrai qu'elle soit due à l'émotion de la terreur?

Nous avons eu bien des fois aussi l'occasion d'observer le chat dans des circonstances semblables, et toujours nous avons trouvé essentiellement dans l'expression dépeinte une attitude de menace et de colère frémissante. Comment expliquer autrement ce redressement de défi, ces grognements féroces, ces crachats et ces sifflements provocateurs, les dents qui se dénudent et les oreilles abaissées comme préparation immédiate à la bataille? Sans doute, ici aussi la bête peut, en même temps que l'irritation, éprouver quelque frayeur, mais il nous paraît évident que par toute cette attitude elle veut essentiellement manifester des dispositions agressives et belliqueuses. La crainte, si elle existe, a sans doute aussi son action sur l'organisme en troublant le rythme des battements du cœur ou autrement, mais les phénomènes décrits ne paraissent pas lui appartenir.

Nous avons d'ailleurs observé d'autres faits qui confirment notre interprétation. Souvent, nous avons remarqué

(1) « With the cat it apparently occurs only under fear. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 96.

(2) Cats, when terrified stand at full height, and arch their backs in a well-known and ridiculous fashion. They spit, hiss, or growl. The hair over the whole body, and especially on the tail, becomes erect... The teeth (are) exposed. » *Ibidem*, p. 128-129.

les chats lorsqu'ils étaient sous l'empire évident de la crainte, et jamais nous ne les avons vus prendre alors l'attitude que Darwin nous présente comme l'expression de la terreur.

Nous ne parlerons pas des individus de la race féline que l'on chasse à coups de fouet ou de verge pour quelque méfait, et qui, par la rapidité avec laquelle ils détalent, montrent bien clairement qu'ils sont mus par la frayeur. Qui jamais a vu alors le poil se hérisser chez eux?

Mais j'insisterai sur un cas que j'ai observé fréquemment. Lorsque le chien caniche dont j'ai parlé plus haut, est entré chez moi, j'avais un chat dès longtemps habitué de la maison. Or, le nouveau venu de l'espèce canine avait véritablement horreur du chat, et, dès l'instant où il l'apercevait, il le traquait sans merci, et l'eût bien des fois déchiré, s'il n'en avait été empêché. Le chat, de son côté, avait une frayeur extrême de son ennemi, et il ne reparaissait plus dans la maison que d'une manière furtive et poussé par la faim. Dès le moment où il était en présence du chien, s'il pouvait fuir, il n'avait rien de plus empressé. Mais si toute retraite était impossible, alors le félin s'accroupissait, se ramassait sur lui-même, se faisant, semble-t-il, aussi petit que possible; il y avait bien sans doute quelque peu de colère mêlée à la terreur, ce que l'animal annonçait par de rares grognements, mais, l'émotion dominante était manifestement la frayeur. Aussitôt que le chien se précipitait sur lui, le chat se renversait pour se défendre au moyen des griffes; mais dès le moment où on le délivrait, il fuyait par toute issue quelconque qui lui était ouverte. Enfin, la frayeur l'emportant, la pauvre bête abandonna définitivement la maison.

Jamais donc, dans ces circonstances où la terreur du chat était palpable, il n'a pris en présence du chien l'attitude décrite par Darwin. C'est qu'ici il était tout entier à la terreur, tandis que, dans les cas analogues à ceux qu'indique Darwin, l'animal, sous l'empire de la colère, se dressait frémissant de résistance et de défi.

Je puis, d'ailleurs, comme contre-épreuve du fait que je viens de rapporter, en invoquer un autre relatif à une chatte, et dont la signification ne saurait être douteuse.

Cette chatte, au moment de l'observation, avait un jeune déjà circulant partout. Un garde-chasse étant venu chez moi avec un grand chien, la chatte, alarmée pour son petit, s'est irritée. Aussitôt elle fait le gros dos, son poil se hérisse, et en même temps elle s'élance à l'attaque du chien qu'elle poursuit en faisant plusieurs fois le tour de ma pelouse. Elle le poursuivait toujours, faisant le gros dos, le poil hérissé : preuve évidente que ce hérissement était un signe de menace et de colère. Cela dura jusqu'au moment où l'on ouvrit la porte du jardin au chien pour lui permettre de s'échapper, ce qu'il fit avec empressement. Celui-ci, qui n'avait cessé de fuir, était manifestement effrayé, et pourtant il n'avait pas du tout le poil hérissé : donc chez le chien le hérissement n'annonce pas la frayeur.

Quel que soit donc l'animal étudié, pour notre part, nous croyons que le hérissement appartient essentiellement à une attitude de combat et de colère.

C'est ce qui explique combien ce phénomène est répandu chez les carnassiers, c'est-à-dire chez les animaux les plus agressifs et les plus redoutables. Certes personne ne sera tenté de voir un symptôme de frayeur dans le redressement de la crinière du roi du désert qui bondit sur la timide gazelle, dont il va faire sa proie.

B. — *Le hérissement chez l'homme.*

La question de la cause émotionnelle du hérissement n'aboutit pas, dans son ensemble, à des résultats aussi clairs pour l'homme que pour les animaux.

Il n'est pas douteux que la chevelure de l'homme peut se hérisser sous l'influence d'une grande terreur. C'est un fait qui paraît avoir été observé chez tous les peuples, et les poètes tant anciens que modernes ont chanté ce phénomène. Darwin en cite différents cas empruntés à l'his-

toire des aliénés. Nous avons déjà rapporté celui de cette femme dont les cheveux, sur le devant de la tête, se hérissent d'épouvante lorsqu'on doit lui faire une injection de morphine sous la peau, opération qui, pense-t-elle, amène la dissolution de ses os et de ses chairs. Nous ajouterons un autre exemple remarquable. Une folle, de trente-cinq ans, a parfois des accès de terreur extrême; elle s'écrie alors : *Voici l'enfer ;* — ou bien : *Il y a là une femme noire ! — Je ne puis me sauver !* ou d'autres exclamations analogues. Et en même temps qu'elle donne tous les signes de la plus grande épouvante, *ses cheveux qui sont coupés ras sur le derrière de la tête, et qui sont lisses dans ses moments de calme, se hérissent tout droit* (1).

Nous savons aussi que d'après le Dr Browne, les aliénés ne se hérissent pas seulement sous l'influence de la terreur, mais aussi dans des accès de fureur, et il cite en exemple certains maniaques chroniques qui extravaguent d'une manière incohérente et ont des pensées de suicide.

Or, il nous semble qu'il y a ici des distinctions à faire.

L'érection des cheveux sous l'influence de la terreur, est un fait suffisamment connu pour qu'il n'ait pas besoin d'être confirmé par des observations relatives aux aliénés. Cependant nous croyons que l'on peut considérer comme probant l'exemple, cité plus haut, de la folle de trente-cinq ans. Il s'agit là, en effet, d'une personne dont l'état mental n'a pas réagi sur la constitution de sa chevelure, puisqu'on nous dit qu'en dehors des accès, ses cheveux sont lisses, comme à l'état de santé. Dans ces conditions, on peut admettre, pensons-nous, que l'expression de la terreur, donnée par le hérissement des cheveux, est une expression naturelle.

Mais, comme nous l'avons exposé ailleurs, les observations recueillies sur les aliénés, ne semblent, en général, devoir être acceptées que sous réserve, avec beaucoup de pré-

(1) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 293.

cautions. Et en réalité, les faits invoqués par le Dr Browne, pour établir le hérissement des cheveux sous l'influence de la fureur, ne sont pas concluants.

En effet, les aliénés, dont parle le Dr Browne, sont des êtres tourmentés par des pensées sombres et noires, et par suite portés même au suicide. C'est là le caractère spécial de leur folie. Or, dans leurs paroxysmes de violence dont on ne rapporte pas, comme pour les cas de terreur, l'objet précis, quel aliéniste pourrait dire la nature des fantômes qui hantent alors leur imagination et provoquent leurs accès? Ces emportements ne sont-ils pas, dans la pensée des ces êtres hallucinés, des actes de défense contre des périls imaginaires qui les terrifient? Si, pour résoudre cette question, on tient compte de la tournure habituellement sombre de l'imagination de ces maniaques, on sera porté, croyons-nous, à donner une solution affirmative.

Mais il y a de plus ici une objection préjudicielle à élever contre les inductions de Browne. Chez cette sorte de malades, en effet, la chevelure, même dans les moments de calme, est plus ou moins rude ou hérissée ; elle se dessèche par suite de la suspension de l'action des glandes sous-cutanées : c'est là un symptôme caractéristique de leur état mental. Le Dr Browne lui-même constate que ces effets sont tellement liés aux désordres psychiques de ces aliénés, que leur guérison même s'annonce par le changement des cheveux qui redeviennent de plus en plus lisses (1). Or, si l'aliénation mentale par elle-même et en dehors de tout accès, modifie complètement les conditions ordinaires de la chevelure, est-il permis de considérer encore comme une expression naturelle, le hérissement produit dans les moments d'accès? Le pouvoir érectif du système pileux n'a-t-il pas pu être modifié comme le reste? Pour nous, cela est évident.

Cependant plusieurs auteurs de grande autorité croient que la fureur ou la rage peut hérisser la chevelure.

(1) Voir Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 297.

« La colère, dit Gratiolet, est la fureur expansive mordant, brisant, déchirant. Tous les muscles en mouvement font frissonner la peau, *la chevelure se hérisse*, bientôt l'excitation se propage aux viscères eux-mêmes. La voix elle-même vibre et rugit. Qui de vous ne connaît ces expressions terribles qui annoncent la *folie*, la destruction et la mort (1) ? »

Mais comme cette description ne s'appuie sur le récit d'aucun fait particulier, on peut supposer qu'elle vise des cas de folie furieuse comme ceux que rapporte Browne.

Ch. Bell nous dit aussi en parlant de la fureur : « Les cheveux se dressent comme chez un aliéné (2). »

Mais ici aussi l'illustre anatomiste, d'après le contexte de sa description, s'occupe de la rage qui n'est guère qu'un vrai délire.

En somme, si nous nous en tenons aux faits, si en particulier nous faisons l'étude comparée des cas de fureur relatés par Darwin lui-même, nous pensons que lorsque la fureur ne se rattache pas au délire, lorsqu'elle n'est que le paroxysme de la colère motivée par une cause déterminée et assignable, elle n'est pas, en règle générale, accompagnée de l'érection des cheveux. Ainsi, dans quatre cas de fureur, dont l'objet est nettement indiqué par le Dr Browne (3), nous voyons comme signe émotionnel de la fureur la dénudation des dents, mais non pas l'érection des cheveux. Dans les accès de fureur, au contraire, sans but assignable, et provoqués par le délire, la chevelure se hérisse.

Au demeurant, quoique cette conclusion n'eût pas été à prévoir, il ne semble pas qu'il y ait parallélisme entre les émotions auxquelles correspond le hérissement chez les animaux et chez l'homme. Chez les animaux, le hérissement

(1) P. Gratiolet, *De la physionomie et des mouvements d'expression*, p. 52, 3e édition, Paris.

(2) « The hair is fixed on end like one distracted. » Sir Ch. Bell, *The anatomy and philosophy of expression*, 6th edition, p. 177. London, 1872.

(3) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 244-245.

est essentiellement une expression de colère, et chez l'homme, une expression de terreur. Mais il ne paraît pas que l'érection du système pileux ait lieu parmi les animaux sous l'influence de la crainte, et il est fort douteux que chez l'homme ce phénomène se présente sous l'influence de la simple colère. Nous aurons occasion de revenir plus tard sur ces conclusions qui ne sont pas sans quelque importance.

Passons maintenant à un autre phénomène émotionnel.

La faculté de rougir.

Rougir, par un sentiment de timidité, de honte ou de modestie, est une expression qui caractérise au plus haut point l'espèce humaine. Nous avons déjà exposé les vues de Darwin sur ce sujet intéressant, et nous allons à présent en aborder l'examen.

Le naturaliste anglais, nous l'avons vu antérieurement, présente à sa manière l'histoire de l'évolution de la faculté de rougir à partir des temps primitifs de l'humanité. Nous n'avons pas pour le moment à nous occuper de ce côté de la question. Mais nous voulons seulement nous arrêter à examiner la cause générale du phénomène alléguée par Darwin.

Or cette cause, on s'en souvient, serait celle-ci :

L'attention portée sur une partie quelconque du corps, y modifie la tonicité des capillaires de manière que ceux-ci se dilatent et reçoivent un afflux extraordinaire de sang. Lorsque nous éprouvons un sentiment de honte notre pensée se porte à la face, parce que nous la supposons l'objet de l'attention des autres. Par suite les capillaires du visage se dilatent, le sang y afflue : nous rougissons.

Rappelons d'ailleurs les termes mêmes de Darwin : ils ne sont pas inutiles.

« *L'hypothèse qui me paraît très probable*, dit le natura-

liste anglais, *quoiqu'elle semble d'abord aventurée, est que l'attention étroitement dirigée sur une partie quelconque du corps tend à troubler la contraction ordinaire et tonique des petites artères de cette partie. Ces vaisseaux, en conséquence, se relâchent plus ou moins alors, et se gorgent aussitôt de sang artériel.... Dès le moment où nous pensons que les autres déprécient ou simplement examinent notre apparence personnelle, notre attention se porte vivement sur les parties extérieures et visibles de notre corps, et parmi toutes ces parties nous sommes particulièrement sensibles à ce qui concerne notre face, et tel a été sans aucun doute le cas durant les nombreuses générations passées. Par conséquent, si l'on admet, pour le moment, que les vaisseaux capillaires puissent être influencés par une étroite attention, ceux de la face seront devenus éminemment impressionnables. Par la force de l'association, les mêmes effets tendront à se produire à la pensée que les autres considèrent ou censurent nos actions ou notre caractère* (1). »

Ainsi cette théorie se décompose, en dernière analyse, dans les trois points suivants :

1° *L'attention concentrée sur un point de l'organisation, y détermine la dilatation des artérioles, et par suite une exubérance d'afflux sanguin.*

2° *Ce principe physiologique rend un compte suffisant des particularités de la rougeur provoquée par un sentiment de honte.*

3° *Lorsqu'on rougit par des causes purement morales, il n'y a là qu'un phénomène d'association.*

Cette dernière assertion se rattache plutôt aux idées de Darwin sur l'évolution de la faculté de rougir. Par conséquent, nous la laisserons pour le moment. Mais les deux premiers points doivent nous occuper dès à présent. Nous avons donc à nous demander :

Premièrement, si le principe posé par Darwin est admissible.

(1) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 338-339.

Deuxièmement, si, dans tous les cas, ce principe rendrait intelligible la localisation de l'expression émotionnelle qu'il s'agit d'expliquer.

Ainsi, avant tout, *l'attention concentrée sur une partie du corps y détermine-t-elle la dilatation des capillaires?*

Ce principe, qui sert de point de départ à la théorie de Darwin, nous paraît inadmissible. Examinons les considérations sur lesquelles le savant naturaliste prétend l'appuyer, et le lecteur pourra se prononcer en connaissance de cause.

D'abord Darwin constate que de nombreux et excellents observateurs sont convaincus que l'attention ou la conscience individuelle, lorsqu'elle se concentre sur une partie quelconque du corps, y produit des *effets physiques* (1). Ces effets affecteraient tout à la fois les mouvements des muscles involontaires, — ceux des muscles volontaires lorsqu'ils agissent involontairement, — la sécrétion des glandes, — l'activité des sens et des sensations, — et même la nutrition des parties.

Nous admettons volontiers tout cela, mais il n'y a là rien qui établisse la thèse de Darwin. Il ne s'agit pas, en effet, ici de généralités, mais bien d'une loi précise et déterminée : *L'attention portée sur une partie quelconque du corps y produit-elle la dilatation des artérioles, et par suite la rougeur?* Telle est la question. Or aucun des observateurs invoqués n'a jamais vu un fait qui favorise cette loi. A la vérité, Darwin rapporte plusieurs exemples à l'appui de ses idées, mais ils n'ont aucune valeur probante.

C'est ainsi qu'on nous dit qu'une *vive attention* portée sur les mouvements du cœur peut en altérer le rythme (2). Cela n'est pas douteux. Nous en avons déjà cité précédemment un exemple intéressant, au sujet d'un client du père de Darwin. Gratiolet a également signalé ce point.

(1) Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 339-340.
(2) Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 340.

« On sait, nous dit-il, ... l'influence que l'imagination exerce sur les mouvements du cœur.

» Un médecin préoccupé de certaines sensations ressenties du côté du cœur, examinait fréquemment son pouls. Au bout de quelque temps apparurent tous les symptômes de la cardiopathie la plus grave. On lui prescrivit, entre autre chose, de ne plus examiner son pouls, et cette seule précaution amena sa guérison rapide.

» J'ai eu occasion d'observer un fait analogue. Un médecin connu par la vivacité de son imagination, éprouva après le dîner un léger malaise ; il examina son pouls et crut trouver une ou deux intermittences ; cette circonstance l'inquiéta, il devint attentif, et plus son attention fut excitée, plus il constata d'intermittences. Cela vint au point que de six pulsations il en manquait au moins une. Tout à coup, il aperçut dans son gilet un bouquet de violettes à moitié desséchées. L'idée lui vint que l'odeur des violettes avait causé tout ce désordre, il les jeta loin de lui, et le rythme des battements du cœur reprit comme par enchantement sa marche habituelle (1). »

L'influence de l'imagination, d'une préoccupation inquiète, sur les mouvements du cœur, est donc un fait acquis.

Personne, non plus, ne peut nier que dans l'épilepsie, l'hystérie et autres maladies nerveuses, la prévision d'une attaque ait une influence marquée pour précipiter l'accès.

Mais dans tous ces cas, y a-t-il quelque chose qui établisse que l'*attention portée sur un point du corps y dilate les capillaires ?* Or, cela seul est à établir.

Il est vrai aussi que l'attention reportée périodiquement sur les intestins en influence les mouvements péristaltiques. Mais ici, et dans d'autres faits analogues, tels que l'influence de l'attention sur la sécrétion des glandes mammaires, la volonté intervient jusqu'à un certain point, et

(1) P. Gratiolet, *De la physionomie*. p. 283-284.

quoique ces mouvements soient déterminés par des muscles non striés appelés involontaires, il est notoire que la volonté exerce souvent sur eux une action sourde. Tel est aussi le cas pour les muscles non striés qui déterminent les contractions de la vessie.

Il n'est pas douteux non plus que l'idée d'un fruit fortement acide ne puisse activer la sécrétion des glandes salivaires. Mais il n'y a là qu'un effet bien simple : l'imagination s'exerce sur le souvenir de la saveur du fruit, sur le souvenir d'un agent qui a produit des effets déterminés. Or ce souvenir, ramené par l'imagination, agit sur le sensorium comme le ferait l'agent lui-même, quoique généralement à un moindre degré. Par suite le sensorium réagit sur les nerfs qui stimulent la sécrétion des glandes salivaires. C'est là un phénomène qui s'explique par les considérations émises au sujet des mouvements symboliques dont nous nous sommes longuement occupé. Il est donc sans analogie avec la thèse de Darwin.

Il est également certain qu'on se trouve porté à rire en voyant rire, et que le bâillement est contagieux. Mais il n'y a là rien qui implique le retour de l'attention individuelle sur un organe particulier. Nous avons simplement une application de la loi que nous avons développée en examinant le premier principe, à savoir, que l'on est toujours porté à faire passer en acte la simple idée d'un mouvement quelconque.

D'autres cas allégués nous paraissent mal interprétés. C'est ainsi qu'on nous cite la plus grande finesse des sens acquise par la pratique et l'attention. Mais y a-t-il réellement dans ce cas une modification produite dans les propriétés des sens ?

En supposant que l'exercice et l'attention développent la sensibilité d'un sens quelconque, et notamment du toucher qui est particulièrement invoqué, il ne faut pas, pour rendre intelligible cet accroissement de la sensibilité, faire intervenir le pouvoir occulte de l'attention, mais tout s'explique

d'après la loi connue du développement des organes soumis à un exercice fréquent. Dans l'application du toucher, par exemple, au moment où s'opère le contact, il y a action réciproque du touchant et du touché. Cette action réciproque, cet exercice ne peut-il pas avoir pour effet de développer la pulpe nerveuse qui est le siège de la sensibilité, et par suite faire naître une plus grande somme d'impressions?

Mais, des faits mêmes rapportés par Darwin, il résulte que la plus grande finesse sensorielle, ainsi acquise par l'exercice, ne doit pas s'expliquer par une modification produite dans le sens même. En effet, les recherches du Dr Maudsley, citées par Darwin, nous apprennent que si le toucher *a été de la sorte rendu plus subtil en un point quelconque du corps, par exemple, au doigt, le perfectionnement existe également au point correspondant du côté opposé du corps* (1). Or, n'est-il pas évident, d'après cela, que ce n'est pas la sensibilité tactile du doigt lui-même qui a été accrue, mais, au contraire, la perception centrale du sensorium que l'habitude a rendue plus prompte et plus complète?

Mais Darwin invoque ici un fait qui nous étonne bien davantage.

« Une dame, nous dit-il, qui est sujette à cette sorte d'indisposition connue sous le nom de migraine nerveuse, trouve le matin, après chaque accès, quelques mèches de ses cheveux devenues blanches, comme si elles avaient été poudrées. Le changement s'effectue en une nuit, mais au bout de quelques jours les cheveux reprennent graduellement leur couleur d'un brun noir (2). »

(1) Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 342.

(2) « A lady *who is subject to attacks of what is called nervous headache, always finds in the morning after such an one, that some patches of her hair are white, as if powdered with starch. The change is effected in a night, and in a few days after, the hairs gradually regain their dark brownish colour.* » Citation de Darwin, ouvrage cité, p. 342.

Cette observation, empruntée à sir J. Paget, est intéressante, sans doute, mais quoique nous soyons habitué à trouver chez Darwin une logique peu sévère, il nous semble que ce rapprochement, qui ne prouve rien, qui n'a manifestement rien de commun avec la thèse, dépasse un peu les bornes de la libre digression. C'est bien le cas de dire avec Horace :

Non erat his locus.

Nous pouvons donc conclure qu'il n'y a aucune raison positive pour admettre que l'attention personnelle dirigée sur un organe, y produit la dilatation des capillaires. Voyons maintenant la seconde question.

Le principe posé, s'il était admissible, serait-il du moins conciliable avec le mode de production et de localisation du phénomène de la rougeur ?

A notre avis, cette expression étudiée dans ses particularités, loin de pouvoir s'expliquer au moyen des vues de Darwin, en est, au contraire, une réfutation péremptoire.

Et d'abord lorsque, pour rendre raison de la rougeur émotionnelle, on en appelle à l'influence de l'attention individuelle comme si elle était la cause déterminante de l'expansion capillaire dans la partie du corps qui absorbe l'attention, on se met en contradiction avec les faits observés. Il ne peut être question, en effet, cela est bien clair, de faire ici l'application du principe énoncé, que s'il est possible d'établir une corrélation entre les phénomènes à expliquer et leur cause supposée par Darwin. Mais c'est précisément le contraire qui est constaté. Une personne peut, dans la solitude de sa chambre, réfléchir sur sa laideur avec un profond sentiment de regret ; elle ne rougira pas pour cela. Pour rougir nous avons besoin de nous trouver sous le regard des autres ; ou bien si parfois nous rougissons quand nous nous trouvons seuls, c'est en nous rappelant la présence des autres.

Darwin lui-même en convient. « Ce n'est pas simplement,

nous dit-il, l'acte de réfléchir sur notre apparence personnelle, mais la pensée que les autres s'occupent de nous, qui nous fait rougir (1). » Mais s'il en est ainsi, toute hypothèse qui explique la rougeur comme un pur effet de l'attention sur les capillaires, est manifestement erronée.

Il y a plus ; non seulement la simple attention portée sur notre apparence personnelle est insuffisante à nous faire rougir, mais l'explication de Darwin pèche encore par un autre point. Puisqu'elle invoque, en effet, la dilatation des capillaires provoquée dans la partie même sur laquelle nous portons notre attention, pour que l'hypothèse fût acceptable, la rougeur devrait toujours avoir son siège à la partie même qui nous donne l'occasion de rougir. Or, il n'en est pas ainsi. Darwin nous parle sans cesse à cet égard de l'attention appliquée à notre *apparence personnelle*, mais ce sont là des termes trop vagues et qui sont propres seulement à dissimuler le manque de précision de la théorie.

En fait, quand nous rougissons, la particularité qui nous préoccupe n'a pour ainsi dire *jamais* son siège aux joues, et pourtant elles sont toujours le centre de la rougeur. Lorsque nous remarquons que nous sommes l'objet des regards indiscrets des étrangers à cause d'un défaut corporel quelconque, notre attention naturellement s'éveille en se portant sur la partie qui présente ce défaut. Si un malheureux bossu *rougit de sa bosse*, c'est sur cet appendice disgracieux évidemment que sa pensée se trouve ramenée par l'attention. D'après Darwin, il devrait donc rougir non pas sur les joues, mais à sa bosse. Si, dans une société respectable, je rougis en m'apercevant que mes mains, à raison de quelque souillure, attirent l'attention des autres, nécessairement mon attention propre se portera aussi sur ces or-

(1) « It is not the simple act of reflecting on our own appearance, but the thinking what others think of us, which excites a blush. » Ch. Darwin, ouvrage cité p 326-327.

ganes, et ce sont mes mains et non pas mes joues qui devraient rougir. Il en est ainsi dans la presque universalité des cas : par exemple, si je rougis parce que l'on remarque chez moi quelque chose de guindé dans la démarche, des cheveux en désordre, de la singularité dans les vêtements, de la gaucherie dans la manière de faire certaines actions.

Sans doute, dans ces circonstances, notre apparence personnelle est bien, comme le dit Darwin, l'objet particulier de notre attention, mais ce n'est pas cette apparence dans son ensemble, ce qui, d'après la théorie darwinienne, devrait entraîner la rougeur du corps entier, mais notre apparence localisée en un point spécial. Or dans ces conditions l'hypothèse de Darwin ne cadre en aucune façon avec les faits.

A la vérité, pour appuyer ses idées, le naturaliste anglais nous rappelle que partout la face est la partie du corps la plus ornée (1). Il serait plus exact de dire que la tête est aussi généralement l'objet de soins et d'ornements particuliers. On ne peut pas dire, en effet, que les formes diverses de la coiffure et les pendants d'oreilles appartiennent à la face. Mais, dans tous les cas, ce n'est ordinairement pas précisément le point le plus orné qui rougit. Le dandy le plus élégant qui cultive avec des soins jaloux sa barbiche et sa moustache, rougit comme tout le monde, particulièrement aux joues. Ici encore les faits refusent de se plier à la thèse.

Nous ne concevons guère qu'un cas où la localisation de la rougeur s'accorderait avec l'hypothèse de Darwin, ce serait si l'on rougissait d'un défaut naturel qui aurait précisément son siège aux joues, une tache de vin, par exemple.

Darwin, d'ailleurs, rapporte à des préoccupations d'apparence personnelle bien des cas où l'on rougit simplement sous l'impression d'émotions purement morales. Pour lui,

(1) Ch Darwin, *The expression of the emotions*, p. 329.

si une jeune personne rougit en présence d'un individu d'autre sexe, il n'explique cette rougeur que par un retour de l'attention de la personne sur ses qualités extérieures. Il est notoire pourtant que, dans ces circonstances, la rougeur dépend souvent d'influences morales : une émotion devinée, un regard qui trahit des sentiments cachés, et autres préoccupations semblables. Certes, nous ne disons pas que Darwin nie ces sortes d'influences, mais il les dissimule pour tout rapporter à la considération de l'aspect purement extérieur.

Mentionnons encore un fait particulier où Darwin prétend trouver une confirmation remarquable de sa théorie. Ce fait, nous l'avons déjà cité ; il nous suffira de le rappeler brièvement.

Une jeune femme, atteinte d'épilepsie, est reçue dans un asile. Le lendemain, elle doit subir, de la part du médecin principal et de ses assistants, un examen qui lui coûte beaucoup. A leur arrivée, elle rougit d'abord vivement sur les joues et les tempes et jusqu'aux oreilles. Mais, au moment où on lui découvrit la poitrine pour l'examen des poumons, la rougeur se porta sur le haut de la poitrine et descendit au milieu jusqu'au cartilage ensiforme du sternum.

Or, Darwin fait à ce sujet l'observation suivante :

« Ce cas est intéressant, la rougeur ne s'étant ainsi étendue en bas qu'au moment où elle est devenue intense *par suite de la direction de l'attention de la personne sur cette partie du corps* (1). »

Ainsi au sens de Darwin, il y a ici une relation entre la direction de l'attention et le siège qu'atteint la rougeur. Mais il nous paraît manifestement verser dans le sophisme : *cum hoc, ergo propter hoc*. Si la rougeur est devenue plus intense et s'est étendue plus bas au moment de l'examen des poumons, c'est là, semble-t-il, un effet tout naturel de

(1) Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 314.

l'épreuve plus pénible imposée à la modestie de la jeune femme. Nous ne voyons pas, d'ailleurs, qu'il y ait même ici en réalité la coïncidence que suppose Darwin entre le terme de l'attention et le siège de la rougeur. Dans ce cas, en effet, la rougeur a recouvert le haut de la poitrine, n'a affecté que légèrement les seins, et s'est abaissée au milieu jusqu'au cartilage ensiforme du sternum. Or, quelle raison y a-t-il de penser que les préoccupations d'une personne qui a des habitudes de modestie, se soient principalement portées alors à la peau étendue sur la pointe du sternum ?

En réalité, dans les circonstances les plus pénibles qui peuvent alarmer la modestie au moment d'un examen médical, c'est toujours de la face que rayonne la rougeur. Le plus souvent, elle s'y concentre et ne descend pas même jusqu'au cou. Mais si parfois, dans des cas rares, la rougeur se répand sur le corps, elle le fait en conservant toujours la face comme centre, et sans la moindre connexion avec les organes examinés.

Enfin Darwin invoque aussi les observations faites sur des races qui marchent habituellement nues, et parmi lesquelles parfois on a vu la rougeur se répandre plus ou moins sur le corps (1). « Chez les races humaines qui vont habituellement presque nues, nous dit-il, la rougeur s'étend sur une surface beaucoup plus grande que chez nous (2). » Et il explique le fait parce qu'au sein de ces peuplades l'attention individuelle ne se concentre pas à la face d'une manière aussi exclusive que parmi nous.

Mais ici encore Darwin formule en loi générale un fait qui n'est nullement constaté avec cette portée. En s'en tenant aux données que lui-même fournit, nous trouvons plusieurs cas où l'on a vu chez nous la rougeur descendre sur le corps ; et chez les nombreuses races, au contraire, qui vont presque nues, nous voyons seulement rapportés

(1) Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 317.

(2) « With the races of men who habitually go nearly naked, the blushes extend overamuch larger surface than with us. » *Ibidem*, p. 329.

cinq exemples de ce genre (1). Il y a, d'ailleurs, une bonne raison pour que la plupart de ces cas échappent chez nous à l'observation, c'est que précisément les vêtements cachent la rougeur lorsqu'elle se répand sur le corps. Ainsi Darwin nous rapporte, d'après Geach, qu'un Chinois à qui on reprochait de n'avoir pas mieux fait son travail, rougit ainsi tout entier. Certes, la chose pourrait arriver également dans nos contrées civilisées et passer complètement inaperçue.

En résumé, il n'y a aucune relation entre la localisation de la rougeur et le siège des parties qui nous préoccupent lorsque nous rougissons. La loi imaginée par Darwin, d'après laquelle l'attention portée sur une partie du corps y déterminerait la dilatation des capillaires et par suite la rougeur, n'est donc qu'une fiction créée pour les besoins de l'hypothèse : examinée dans sa généralité, cette loi manque de base ; examinée dans son application à la rougeur émotionnelle, elle ne concorde pas avec les faits.

En somme, nous savons seulement que la faculté de rougir doit être attribuée à l'action sur le système vaso-moteur, d'un sentiment *sui generis* qui varie dans des nuances accidentelles, mais qui implique toujours le retour d'un *être moral* sur lui-même en relation avec le jugement des autres. C'est ce qui explique l'absence de toute trace émotionnelle de ce genre chez la bête. L. Dumont semble croire que l'influence de la crainte sur le système vaso-moteur pourrait bien être la cause de la rougeur (2), et Bain prétend que le *problème de la rougeur suppose nécessairement une cause pénible* (3). Mais quoique parfois il y ait effectivement de la crainte et quelque chose de pénible lorsque se produit la rougeur, il est certain pourtant que l'émotion spéciale qui agit ici se distingue de ces influences généra-

(1) *Ibidem*, p. 317.

(2) Léon Dumont. *Le transformisme en Angleterre*, *Revue scientifique*, 3 mai 1873, p. 1041. Paris.

(3) Alex Bain, *Les idées de Darwin sur l'expression des émotions*, *Revue scientifique*, 7 novembre 1874, p. 440. Paris.

les, car on peut parfaitement rougir sous l'impression d'une émotion agréable.

Ainsi, pour conclure toute cette discussion relative à l'influence directe du système nerveux, nous pouvons dire que le troisième principe de Darwin, soit qu'on le considère d'une manière générale, soit qu'on l'envisage dans ses applications, ne répand le plus souvent qu'une lumière douteuse sur l'expression des émotions. Dans le premier cas, il n'est que l'énoncé d'une vérité physiologique banale ; et dans le second cas, lorsque l'on essaie d'éclairer en détail, à l'aide de ce principe, quelque expression émotionnelle, on n'aboutit généralement jusqu'ici à rien de sérieux. Si, par exception, l'étude de l'influence directe des ondes nerveuses dans les manifestations émotionnelles a conduit à des résultats vraiment intéressants, Darwin est resté étranger à ces recherches.

Si maintenant nous voulons résumer nos impressions sur l'ensemble des vues de Darwin relatives à l'explication des phénomènes émotionnels, nous croyons que nos lecteurs seront d'accord avec nous pour trouver que des trois principes posés, un seul, le premier, est véritablement fécond en applications variées. Seulement ce principe n'est, en aucune façon, une découverte de Darwin, et lui-même en convient.

L'abbé Lecomte.

BIBLIOGRAPHIE

I

LES ÉTOILES, *essai d'astronomie sidérale* par le P. A. SECCHI, Directeur de l'Observatoire du Collège Romain. (Traduction française) 2 vol. — 1879, — Paris, Germer Baillière.

Il est des écrits devant lesquels la critique doit s'effacer. Le rôle de l'analyse est, en ce cas, assez brillant par lui-même pour que l'écrivain qui en assume la charge n'ait point motif de se plaindre.

Nul, assurément, ne contestera à l'illustre Directeur de l'Observatoire du Collège Romain, au regretté P. Secchi, le privilège que nous venons de rappeler. Il achevait à peine la publication, dans son pays, de son ouvrage sur *Les étoiles* lorsqu'il fut appelé à aller contempler au sein même de la Source de toute vérité, ces vérités naturelles qui se dérobent si jalousement à nos yeux mortels et dont il a si brillamment, cependant, contribué à soulever le voile.

La librairie Germer Baillière vient de donner de cet ouvrage une traduction française dont l'auteur se cache modestement sous le voile de l'anonyme. Il a droit, quel qu'il soit, aux remerciements de quiconque, parmi ceux dont le français est la langue maternelle, s'intéresse à la marche et au progrès des sciences et en particulier de l'astronomie, celle qui est peut-être, entre toutes, la plus propre à élever l'âme et le cœur de l'homme, à lui donner le sentiment de l'immense et de l'infini.

Les étoiles présentent un résumé méthodique, élémentaire et complet des travaux du P. Secchi dans sa science de prédilection. Mais comme

le P. Secchi, tout en se faisant une spécialité de l'étude et de l'observation du soleil, n'a négligé aucune branche de l'astronomie physique, il se trouve que ce résumé de ses travaux est en même temps un exposé général de la science au degré précis de développement et de progrès où elle est parvenue aujourd'hui.

L'ouvrage est divisé en six parties dont les deux premières, l'*Aspect général du ciel* et la *Physique stellaire* dans laquelle se trouve comprise l'étude du soleil, cette étoile plus rapprochée de nous, occupent à elles seules tout le tome I. Le tome II s'ouvre par *Les nébulosités* comprenant les groupes stellaires et les nébuleuses non résolubles, se continue par l'étude des mouvements propres des étoiles, *Mouvements stellaires*, et la démonstration de l'*Immensité de l'espace stellaire*, pour se terminer par une sorte de synthèse qui, sous le titre de *Structure de l'Univers*, résume, dans un admirable tableau, les enseignements contenus dans chacune des cinq parties qui la précèdent.

Essayons de donner un aperçu de chacune d'elles.

I.— En disant qu'il y a dans *Les étoiles* un traité « élémentaire » d'astronomie, nous avons entendu prendre ce mot dans un sens relatif. Il est certain qu'à un lecteur dénué de toute notion préalable de cosmographie et à qui seraient étrangères les données les plus usuelles de la sphère céleste et des mouvements apparents des astres, le livre du P. Secchi serait peu compréhensible. Mais il est élémentaire en ce sens qu'il suffit de posséder celles de ces connaissances que l'on peut acquérir au collège pour lire ce livre avec intérêt et profit. Ainsi quand, après avoir décrit cette partie de la constellation de la Grande-Ourse qui a nom le *Chariot* et rappelé le moyen simple et facile de trouver immédiatement la polaire en s'alignant sur les deux premières étoiles (δ et α) de ce groupe, l'auteur énumère les cinq ou six constellations les plus apparentes de l'hémisphère boréal, puis celles qui renferment l'écliptique dans cette zone sidérale connue sous le nom de zodiaque, — il est clair qu'il suppose chez son lecteur la connaissance générale du planisphère céleste. A plus forte raison en est-il de même lorsque, dans le chapitre suivant, il énumère, répartit et décrit sommairement toutes les constellations de l'un et l'autre hémisphère. Les deux cartes à fond bleu-noir qui accompagnent le texte sont trop confuses dans leurs petites dimensions et avec la triple ou quadruple complication des dessins en blanc représentant : les étoiles des six premières grandeurs avec les lettres grecques qui les désignent, le contour des personnages, animaux ou objets divers dont les constellations ont emprunté les noms, et enfin le périmètre idéal de chacun de ces groupes stellaires, — pour que d'autres yeux que des yeux parfaitement exercés et aidés par une mémoire très sûre aient la possibilité de s'y reconnaître. De telles cartes peuvent servir de mémento à des esprits familiarisés avec tous les détails de structure de la voûte

étoilée ; elles ne sauraient être d'aucun secours à des débutants : ceux-ci ne pourraient y découvrir qu'un enchevêtrement bizarre de dessins fantastiques, parsemés de points blancs. Évidemment les figures d'animaux, de personnages etc., sont de trop sur ces cartes de faibles dimensions et avec ce fond sombre qui ne pouvait permettre au dessinateur de graduer la force du trait suivant l'importance de l'objet auquel il l'applique.

Le livre redevient plus pratiquement élémentaire au troisième chapitre, où l'auteur expose avec une rare lucidité les procédés de détermination de la position des étoiles par l'ascension droite et la déclinaison, c'est-à-dire, par rapport au plan de l'équateur de la sphère céleste (1), ainsi que le phénomène du déplacement des points équinoxiaux, et par conséquent de toutes les étoiles fixes, résultant d'une sorte de balancement du globe terrestre autour de son axe de rotation, phénomène bien connu sous le nom de *précession des équinoxes*. Un historique des cartes descriptives du ciel et des catalogues d'étoiles publiés à différentes époques et jusqu'à nos jours, complète la Première partie que termine un spécimen de ces catalogues établi d'après le *Nautical Almanac* de Londres ; il donne pour 149 étoiles, au zéro janvier 1879 et une fraction, méridien de Greenwich (autrement dit, en langage ordinaire, à midi du 31 décembre 1878), les ascensions droites et déclinaisons avec leurs variations annuelles, ainsi que le numéro de grandeur de chacune d'elles.

II. — La *Physique stellaire* est, comme développement, la plus importante, et de beaucoup, des six parties dont se compose l'ouvrage du P. Secchi. Elle s'ouvre par un exposé des principes de l'uranométrie, c'est-à-dire, de la mesure de la grandeur et de l'éclat relatifs des étoiles, des rapports de ces grandeurs entre elles et avec le degré de lumière ou d'éclat de chacune des catégories résultant de ce classement. Ce premier chapitre se clôt par un tableau fort curieux qui fait connaître, pour 57 constellations tant boréales que moyennes et australes, le nombre d'objets sidéraux (étoiles des six premières grandeurs, étoiles variables, groupes stellaires et nébuleuses) qu'une vue très perçante peut, sans le secours d'aucun instrument, distinguer en elles.

Les étoiles ne diffèrent pas seulement par leurs grandeurs relatives ;

(1) Quand les coordonnées célestes sont envisagées non plus par rapport au plan de l'équateur, mais bien par rapport au plan de l'écliptique, elles reprennent, comme sur la sphère terrestre, la dénomination de *longitude* et de *latitude*. La différence entre la longitude et la latitude célestes d'une étoile ou d'un point quelconque du firmament avec l'ascension droite et la déclinaison de ce même point est donc dépendante de l'angle que font entre eux les deux plans.

leurs couleurs ne sont guère moins variées. Parfois ces différences de coloration ne sont qu'apparentes et proviennent soit d'effets de contraste, soit des conditions atmosphériques, soit de la nature même des instruments d'observation ; mais plus souvent encore les variations de teinte sont réelles : Sirius est bleu, Altaïr de l'Aigle est blanc, la Chèvre est jaune, Aldébaran, Arcturus, Bételgeuse d'Orion, sont orangés, d'autres étoiles sont rousses, d'autres d'un beau rouge. Ces couleurs, du reste, ne sont pas toujours constantes ; dans plusieurs étoiles, notamment dans les jaunes et les orangées, le ton varie à certaines époques ; dans d'autres il varie avec la grandeur elle-même. On est parvenu à déterminer ces différents états avec une certaine précision. Mais la grandeur, les distances et quelques particularités physiques des astres, sont tenues en quelque sorte pour peu de chose aujourd'hui que le petit instrument appelé *spectroscope* permet d'étudier la nature même de leur substance intime et leur composition chimique. Sans suivre le P. Secchi dans la description précise et détaillée avec figures à l'appui, des instruments qu'il a employés et des perfectionnements qu'il leur a apportés pour se livrer à une observation plus complète des spectres stellaires, nous dirons quelques mots des résultats qu'il fait connaître dans un quatrième chapitre.

Ces spectres ne sont pas identiques entre eux mais se rapportent tous à quatre ou cinq types dont l'un, le second, celui des étoiles jaunes, (exemples : la Chèvre, Pollux et α de la Grande Ourse), ne diffère en rien de celui du Soleil qui est lui-même une étoile jaune. Le premier type est celui des étoiles blanches comme Véga (α de la Lyre), ϵ, γ, δ, ε, ζ, η, de la Grande Ourse, etc., ou bleues comme Sirius, Castor, Régulus.... Ce spectre, presque continu, se distingue par quatre fortes raies noires, qui sont celles, renversées, de l'hydrogène et que le P. Secchi y a reconnues le premier dans des conditions révélant une pression considérable et une température extrêmement élevée ; à un degré très faible et non toujours perceptible, ce type montre aussi les lignes du magnésium, du sodium et quelquefois du fer.

A ces deux premiers types correspondent les étoiles les plus nombreuses.

Les étoiles orangées et rouges fournissent les spectres du type 3e ; et comme la coloration de certaines étoiles, nous l'avons dit, est variable ainsi que leurs grandeurs, il arrive que plusieurs d'entre elles passent du 2e type au 3e et d'autres fois au 1er. Celui-là, le 3e, est remarquable par neuf bandes obscures disposées en colonnes cannelées, vues en perspective et éclairées du côté du rouge. Il a du reste deux subdivisions ou sous-types représentés par α d'Orion, α d'Hercule et qui sont comme les deux limites entre lesquelles oscillent les diverses étoiles à teintes rouge et orangée.

Un petit nombre, pour la plupart rouge sang et dont les plus brillantes ne dépassent pas la 5e grandeur, fournissent le 4e type spectral, qui n'est pas sans analogie avec le précédent; mais les colonnes estompées y sont éclairées en sens inverse, c'est-à-dire du côté du violet, et la raie obscure du jaune n'y coïncide pas avec celle du sodium.

Quelques étoiles, les moins nombreuses, diffèrent des quatre types, blanc et bleu (1), jaune (2), orangé et rouge (3), rouge sang (4); elles donnent un spectre sans raies simples isolées et montrent des lignes brillantes aux lieu et place des lignes noires : c'est le spectre *à lignes brillantes*, comme les spectres (3) et (4) sont dits *à colonnades*. La plus remarquable étoile de ce 5e type est γ de Cassiopée qui, seule jusqu'ici dans tout le peuple étoilé, offre les raies spectrales de l'hydrogène directement brillantes quand, partout ailleurs, elles ne se montrent que noires par renversement (1).

De ces cinq types, le plus immédiatement intéressant est le 2e puisque, identique à celui de notre soleil, il témoigne au moins d'une extrême analogie entre les étoiles qui le donnent et celle, plus rapprochée de nous, qui nous éclaire et répand la vie sur notre planète.

De là l'utilité, au point de vue de l'étude des étoiles en général, d'examiner plus spécialement la constitution de notre soleil; et à cette occasion le P. Secchi consacre un chapitre à résumer à grands traits la magnifique monographie en deux forts volumes in-8° qu'il avait précédemment donnée de cet astre et dont une plume plus autorisée que la nôtre a donné l'analyse ici même, numéro d'avril 1877 (p. 642). Les révélations du spectroscope ; les observations qui ont permis de reconnaître, dans la périphérie solaire, une photosphère, une chromosphère, une enveloppe coronale; les phénomènes des taches et des protubérances et leurs relations avec les éruptions solaires; toutes ces choses sont retracées dans une description brève et rapide mais complète.

Appliquant ensuite aux diverses catégories d'étoiles les procédés spectroscopiques employés pour le soleil, puis comparant et discutant méthodiquement les divers résultats de ces observations, l'habile et savant astronome arrive à cette conclusion que si un certain nombre d'étoiles semblent révéler une constitution à peu près identique à celle de notre soleil, d'autres s'en éloignent, non pas précisément par l'existence de substances absolument différentes, mais par la prédominance

(1) Il importe de faire observer que les descriptions de ces divers spectres sont appuyées par de très belles lithochromies représentant, en regard du spectre solaire, celui de Sirius pour le premier type, ceux d'α d'Orion et d'α d'Hercule pour le troisième, puis deux autres spectres se rapportant au quatrième type, sans parler de celui de la comète Coggia et du spectre obscur à raies brillantes des nébuleuses.

des unes sur les autres ; les spectres du 1er et du 2e types ont, comme celui du soleil, des lignes d'absorption dues à des vapeurs métalliques, tandis que ceux des types 3e et 4e, du 4e surtout, ont en plus celles d'autres gaz, entre autres, le carbone probablement à l'état d'oxyde ou autre combinaison ; d'où il suit que les étoiles de ces deux types ont, sans doute, une température moins élevée que celle des deux précédents.

Le spectroscope donne lieu à bien d'autres découvertes encore. Il a permis au P. Secchi d'établir une théorie de la scintillation des étoiles, phénomène provenant du pouvoir dispersif de notre atmosphère et consistant dans une variation successive d'intensité et de couleur de ces astres. Il lui a permis surtout de se livrer à une sérieuse étude des étoiles temporaires et périodiques ou variables : après une revue historique de toutes les étoiles qui n'ont vécu qu'un temps et dont les savants des divers âges ont pu constater la naissance, les phases diverses et la disparition, il relate ses propres observations sur celles qui sont apparues et se sont éteintes de nos jours ainsi que sur les étoiles qui, tout en nous révélant une existence permanente, accusent des variations périodiques de teinte et d'éclat et offrent une analogie de plus avec le soleil, étoile variable aussi par la périodicité de ses taches. Occultation des astres brillants par des astres opaques, rotation sur elles-mêmes d'étoiles à faces diversement éclairantes ou émission périodique par elles de matières absorbantes, enfin incendies intermittents de certains autres astres, tels sont les trois ordres de causes par lesquels le P. Secchi explique le phénomène des étoiles périodiques et variables. Il termine ensuite son premier volume par deux catalogues : l'un, tiré de la *Descriptive Astronomy* du Dr Chambers, est celui des principales étoiles variables et donne pour chacune l'ascension droite et la déclinaison en 1870, la durée de la période de variabilité, le changement de grandeur, le nom de l'astronome observateur et la date des observations ; l'autre, publié dans le même ouvrage d'après Lalande, de Zach, J. Herschel, M. Schjellerup de Copenhague, et complété par l'auteur, donne les principales étoiles colorées, au nombre de 444, avec indication de la couleur et du type auquel se rapporte le spectre de chacune d'elles.

III. — Blanches ou colorées, considérées isolément ou par constellations, les étoiles ne sont pas les seuls objets sidéraux que l'œil humain, surtout quand il est armé de puissants instruments, puisse, en dehors de notre système planétaire, rencontrer dans les profondeurs des cieux. Il y observe aussi certaines masses de lumière diffuse primitivement désignées sous la seule dénomination de *nébuleuses*. Au fur et à mesure que se perfectionnèrent les instruments optiques, on put constater que les plus brillantes de ces masses de lumière se résolvaient en étoiles distinctes. Certaines d'entre elles cependant résistaient à tous les accroissements de puissance de la télescopie ; on avait donc distingué ces

nuages de lumière en nébuleuses résolubles et en nébuleuses irréductibles, et l'on se demandait si, par de nouveaux perfectionnements, l'on n'arriverait point à résoudre les nébuleuses irréductibles elles-mêmes. Un instant l'on crut qu'il en était ainsi, lorsque, en 1848, lord Rosse eut monté son célèbre et monumental télescope. Mais si cet admirable instrument résolvait plus d'une nébuleuse considérée comme irréductible jusqu'alors, plusieurs autres et beaucoup de nouvelles résistèrent obstinément à toute tentative de réduction. Enfin en 1864 M. Huggins ayant appliqué l'analyse spectrale aux astres, on put constater, indépendamment de la puissance de rapprochement de la télescopie, qu'il est des nébuleuses réellement et absolument irréductibles parce qu'elles résultent, non point d'un amas d'astres brillants physiquement ou optiquement très rapprochés, mais seulement d'une masse de matière diffuse à l'état fluidiforme. C'est du reste ce qu'avait déjà pressenti William Herschel lorsqu'il classait ces objets sidéraux en nébuleuses résolues ou amas d'étoiles, nébuleuses résolubles quoique non encore résolues, et nébuleuses non susceptibles de l'être.

Quoi qu'il en soit, le P. Secchi, réservant la dénomination de *nébuleuses* seulement à ces dernières, désigne les autres par la qualification de *groupes stellaires*, rangeant celles-ci comme celles-là sous cette rubrique commune : « Les nébulosités, » qui forme le titre de sa troisième partie. La plus importante comme la plus célèbre de ces nébulosités est la *Voie lactée*, immense amas stellaire dont notre soleil avec son cortège de planètes, fait partie en tant, sans doute, que dépendant lui-même d'un système d'ordre plus élevé composé de ces étoiles les plus rapprochées de nous que l'on peut voir à l'œil nu. Les Pléiades et les Hyades dans la constellation du Taureau, la Chevelure de Bérénice, Præsepe ou la Crèche dans le Cancer, et enfin le groupe situé dans la constellation de Persée (AR $= 2^h\ 10^m$ et D $= +\ 56°34'$) sont, dans la partie du ciel visible sur l'hémisphère boréal, les seuls groupes stellaires perceptibles à la vue simple. L'auteur en décrit, avec planches à l'appui, plusieurs autres encore, tels que le groupe auquel appartiennent les Caustiques près de celui du Sagittaire et de la Voie lactée, et un petit amas à rayons dont l'étoile principale est à $18^h\ 9^m$ d'ascension droite et à $-\ 19°6'$ de déclinaison australe, les groupes du Verseau, d'Hercule, des Lévriers et d'Antinoüs. A l'aide d'une bonne carte on relèverait tous ces objets stellaires avec la plus grande facilité.

Les nébuleuses proprement dites sont de diverses catégories. Elles sont dites *planétaires* lorsqu'elles affectent dans le champ de la lunette la forme d'un disque brillant d'un éclat presque uniforme à la manière des planètes, ou d'un ou plusieurs anneaux concentriques avec ou sans noyau plus lumineux. Une belle planche coloriée en donne huit avec indication de leur position sur la sphère céleste, tandis que le texte les

décrit et en fait connaître le spectre au moyen de figures intercalées. — D'autres nébuleuses sont *elliptiques :* les plus nombreuses affectent assez rigoureusement la forme géométrique dont elles ont pris le nom : d'autres s'en éloignent plus ou moins, telles que celle du Taureau (*Crab nebula*) qui émet de part et d'autre des ramifications curvilignes voire hélicoïdales, ou celle de la Ceinture d'Andromède remarquable par son étendue et les deux bandes obscures presque parallèles qui la sillonnent dans sa plus grande longueur. Mais la plupart, d'une faible étendue visuelle, sont vraiment elliptiques et offrent une assez grande concentration de lumière au centre avec une décroissance insensible d'éclat qui aboutit sur les bords à une faible pénombre ; leur forme provient évidemment, dit le P. Secchi, de la force centrifuge ; elles sont plus ou moins inclinées sur leur plan de rotation. Tantôt vues par la tranche, elles semblent presque de simples lignes lumineuses, tantôt vues normalement elles laissent apercevoir des tours des spires comme, par exemple, la magnifique nébuleuse des Lévriers qui montre une double spirale tournée vers une masse centrale multiple avec une masse excentrique plus petite. — Enfin, il y a encore les nébuleuses *irrégulières* non moins nombreuses et non moins célèbres que les précédentes. Nous citerons : la nébuleuse d'Orion représentée en gravure de frontispice du tome II, et simulant une tête d'animal fantastique ; elle s'étend sur une assez grande part de la constellation dont elle porte le nom et semble interposée entre celle-ci et nous, à moins encore qu'elle ne l'enveloppe de part et d'autre ; la vaste nébuleuse voisine de l'étoile M 17 de l'Écu de Sobieski (constellation australe) dont la forme rappelle d'une manière remarquable la lettre grecque Ω ; celle qui entoure η d'Argo présentant en son milieu une vaste lacune comparable à cette courbe en forme de 8 que les mathématiciens nomment *lemniscate ;* la nébuleuse *Dumb-bell* (haltère) du Renard dont le plus petit diamètre mesure plus de 104″,44 puis une foule d'autres, spiraloïdes, en forme de queue de comète, multiples, etc. etc., pour lesquelles l'auteur renvoie à un catalogue descriptif extrait de Chambers et qu'il a placé à la fin du 2e volume.

IV. — Nous arrivons à l'un des faits les plus importants à compter parmi les découvertes de l'astronomie moderne : nous voulons parler des mouvements propres de ces astres naguère encore considérés comme fixes et immobiles dans le ciel. Mais ni les *étoiles fixes,* ni le soleil, ne sont fixes en réalité. Ces astres se meuvent dans l'espace soit par translation, soit, comme dans le cas des étoiles physiquement doubles ou multiples, par révolution dans des orbites qu'on a pu déterminer. Ainsi n'a plus de raison d'être l'antique classification en *astres fixes* ou étoiles et *astres errants* (planètes et comètes) : tous sont errants. Halley est le premier entré dans cet ordre de découvertes. Il remarqua que Sirius,

Arcturus, Aldébaran et quelques autres des plus brillantes étoiles n'occupaient point les positions indiquées sur les catalogues primitifs ; tout compte tenu des variations dues à la précession des équinoxes et aux mouvements périodiques annuels, il constatait des différences de position de 37′, 42′, 33′... qui ne pouvaient provenir d'erreurs de copie ou d'observations. Donc ces astres avaient changé de place. La voie était ouverte. C'est seulement à une époque récente que l'on a pu, toutefois, grâce au perfectionnement des instruments et des observations, arriver à la solution précise du problème. Aujourd'hui l'on possède des tableaux qui donnent, en ascension droite, en déclinaison et sur le grand cercle, le mouvement propre de toutes les étoiles dont le déplacement a pu être rigoureusement constaté. L'auteur donne celui des étoiles dont le mouvement propre dépasse 10″ en 70 ans : se sont les plus brillantes. Les étoiles des grandeurs inférieures ont des mouvements moindres et il semble que les mouvements propres soient proportionnels aux grandeurs.

Bien d'autres lois importantes se dégagent de la constatation de ces mouvements, auxquelles nous n'avons pas le temps de nous arrêter. Mais nous ne saurions omettre la curieuse théorie qui fait l'objet du chapitre deuxième, et qui consiste dans la détermination des mouvements stellaires au moyen du spectroscope. Le mouvement propre des étoiles doit se traduire pour nous par un changement de couleur. On sait que la sensation lumineuse est produite sur la rétine par les mouvements vibratoires de la substance éthérée, de même que le son résulte des vibrations que l'air atmosphérique transmet à la membrane du tympan. A chacune des couleurs du prisme correspond un nombre déterminé de vibrations éthérées dans l'unité de temps, comme chaque ton de la gamme correspond à un nombre de vibrations aériennes. Si le corps lumineux est fixe, les ondes vibratoires émanant de lui se succèderont dans l'œil de l'observateur dans des temps égaux aux temps d'émission. Mais supposons que celui-ci se rapproche : les ondulations émanées de l'astre dans la deuxième unité de temps, au moment où il est plus rapproché, arriveront à l'œil en un peu moins de temps que celles qui se sont produites durant la première, au moment où il était plus éloigné; l'œil en percevra donc un plus grand nombre dans le même temps ; il aura donc la sensation d'une couleur différente plus rapprochée du violet dans le spectre. A l'inverse, si le corps lumineux s'éloigne, l'œil percevra un moins grand nombre de variations dans un même temps, et la sensation de couleur variera en sens contraire. — Des recherches de M. Huggins basées sur cette théorie il résulterait que Sirius s'éloignerait de nous avec une vitesse de 27 kilomètres par seconde, Betelgeuse se rapprocherait au contraire de 20 kilomètres, Regulus de 28, Rigel et Castor de 15, Arcturus de 55, Véga de 46, α

de la grande Ourse de 60 kilomètres, tandis que les cinq suivantes de la même constellation s'éloignent de la terre, la sixième s'en rapprochant comme la première. Toutefois ces résultats et peut-être la théorie elle-même soulèvent encore de nombreuses objections ; le P. Secchi a trouvé des résultats différents et attribue une partie des déviations à des défauts des instruments d'observation. En un mot, c'est là une méthode d'observation dont la certitude n'est pas encore établie et qui demande à être confirmée par de nouveaux faits.

Le soleil a, lui aussi, son mouvement propre dans l'espace, mouvement dans lequel il entraîne naturellement tout le cortège de planètes qui gravitent autour de lui et qui décrivent ainsi, en réalité, non pas des courbes fermées mais bien des épicycloïdes. De là une complication nouvelle dans l'étude des mouvements d'étoiles, le déplacement seul du soleil, et de notre orbite avec lui, pouvant donner lieu à des apparences de mouvements propres stellaires qui n'existeraient pas en réalité. Et cependant c'est de l'existence effective de ces mouvements que l'on a conclu, par analogie, à celle du soleil qui ne diffère pas des étoiles ; par les travaux d'une succession d'astronomes, W. Herschel, Argelander, les Struve, Galloway et tout récemment M. Léo de Ball, on est parvenu à trouver d'une manière assez approchée les coordonnées du *pôle de translation*. Il faut entendre par là le point d'intersection commun de tous les plans passant par le centre du soleil et par l'arc de grand cercle que chaque étoile semble parcourir. Si l'on admet, ce qui est légitime, que les mouvements propres stellaires s'effectuent dans toutes les directions possibles, il s'ensuivra dans l'ensemble, vu le nombre extrême des étoiles, une compensation, et la résultante de tous ces mouvements sera nulle ; par suite le mouvement de translation solaire par rapport à ce pôle deviendra évident. Il a été calculé, mais d'une manière encore incertaine, que ce mouvement serait chaque année de un peu plus que une fois et demie le rayon de l'orbite terrestre (1,62) ou 240 000 000 kilomètres. Quant à déterminer sur quelle courbe s'exécute ce mouvement, quel est son centre ou quels sont ses centres, c'est un problème dont la solution est réservée aux générations à venir, tout comme la loi des mouvements propres des autres étoiles.

Mais il est des mouvements stellaires autres que ceux de translation.

Quand W. Herschel voulut trouver les parallaxes annuelles des étoiles, il ne put parvenir à résoudre ce difficile problème ; mais revenant à la charge après une interruption qui avait suivi un premier insuccès, il ne fut pas peu surpris de voir que certaines étoiles doubles paraissaient être devenues simples et que d'autres avaient sensiblement varié dans leurs positions et leurs distances respectives. Suivant aus-

sitôt la voie que lui traçait cet incident fortuit, le grand astronome put annoncer, quelques années après, en 1802, cette grande découverte : certaines étoiles ont des satellites lumineux comme elles et tournant autour d'elles dans un temps relativement court (ζ d'Hercule, 36 ans ; ξ de la Grande Ourse, 63 ans ; η de la Couronne boréale, 44 ans). Il y a non seulement des systèmes binaires, mais ternaires comme ζ de l'Écrevisse où la plus petite étoile tourne en 59 ans autour de la plus grande, etc. La carrière ainsi ouverte a été suivie : on évalue aujourd'hui à plus de 6000 les étoiles doubles ou multiples. Le rapprochement de quelques-unes peut n'être qu'apparent, deux ou plusieurs étoiles peuvent avoir leurs projections toutes voisines et cependant être séparées en profondeur par d'énormes distances et n'être ainsi que *optiquement* doubles ou multiples. Mais le cas le plus fréquent est celui où ces groupes d'étoiles qui semblent, à l'œil nu, n'en faire qu'une seule, représentent véritablement des systèmes liés entre eux, parmi lesquels on a pu constater qu'un certain nombre sont en relations de mouvements réciproques ou subordonnés. Certaines irrégularités observées dans les ellipses décrites par les étoiles satellites ont amené à pressentir la présence d'autres satellites, non lumineux, exerçant des actions perturbatrices. D'autres faits analogues ont révélé, près de certaines étoiles, la présence d'astres obscurs ou rendus invisibles par le rayonnement de l'étoile principale : Algol, Sirius et peut-être Procyon auraient de ces satellites. Certains systèmes binaires paraissent former le centre commun de plusieurs planètes obscures qui seraient ainsi éclairées par deux soleils, parfois inégalement éloignés et ordinairement de couleurs différentes et complémentaires. « L'imagination d'un poète, s'écrie le P. Secchi, serait impuissante à nous exprimer les phases d'un jour éclairé par un soleil rouge avec une nuit illuminée par un soleil vert, d'un jour où deux soleils de différentes couleurs rivaliseraient d'éclat, d'une nuit précédée d'un crépuscule doré, suivie d'une aurore bleue ! »

La courbe en épicycloïde que décrit autour des deux autres le plus éloigné des trois astres brillants de l'étoile triple de l'Écrevisse fait pressentir un fait plus extraordinaire encore ; ce serait celui d'un sous-satellite brillant tournant autour d'une planète obscure, satellite elle-même des deux étoiles principales.

Non moins remarquable du reste sont certains amas stellaires qui forment des systèmes liés entre eux par l'action de forces réciproques, et qui constituent peut-être des centres complexes de systèmes planétaires où l'élément de pondération et de répartition de la lumière et de la chaleur serait, au lieu d'un soleil unique, un groupe, parfois même toute une légion de soleils.

Les nombreuses nébuleuses spirales font pressentir d'autres étonnements et semblent indiquer plusieurs systèmes dynamiques dans les groupements des masses sidérales.

V. — Dans cette extrême variété dont nous ne soupçonnons sans doute que la plus faible partie, c'est toujours et partout, — le spectroscope le révèle, — la même composition élémentaire des corps, la même unité de substance, mais au sein de quelle immensité !

Le nombre d'astres brillants, que les *sondages* d'Herschel ont pu dénombrer à l'aide de son puissant télescope, dépasse vingt millions (20 374 304), mais il est hors de doute, ajoute le P. Secchi, que si les étoiles visibles dans les grands instruments peuvent être portées à vingt ou trente millions, il y en a en réalité beaucoup plus : « la Voie lactée seule, dans certaines régions, est parfaitement blanche, sans donner pourtant de spectre gazeux comme les nébuleuses, ce qui prouve qu'elle est formée d'innombrables étoiles. » Or, la plupart de ces astres sont, la chose n'est guère douteuse, des centres planétaires comme notre soleil ; et pour que la confusion ne naisse pas d'un groupe planétaire à l'autre, pour que l'ordre, l'équilibre et l'harmonie se maintiennent entre cette brillante et immesurable population des plaines éthérées, il faut qu'une distance telle sépare chacun d'eux de son plus proche voisin que les plus lointains satellites de chaque astre brillant soient presque comme en contact avec lui par rapport à cette distance : autrement, attirés en même temps et dans des mesures équivalentes par plusieurs soleils, ils passeraient d'un système dans un autre, exerçant à leur tour des perturbations dans leur voisinage, l'ordre et l'équilibre seraient détruits. Quelles peuvent donc être ces distances qui sont comme un quasi-contact par rapport à celles dont sont séparés les soleils entre eux ? Nous pouvons nous en faire une idée en jetant un coup d'œil sur notre système planétaire, qui peut n'être pas le plus petit, mais qui n'est certainement pas le plus grand des innombrables systèmes analogues qui roulent dans les cieux.

Si des deux extrémités d'un arc connu d'un grand cercle du globe terrestre, on observe l'angle formé par le rayon visuel dirigé vers le centre du soleil et la tangente à chacune des extrémités de cet arc, autrement dit avec le plan de l'horizon, on aura les éléments pour calculer la distance qui sépare les deux astres, puisqu'on aura ceux d'un triangle dont on pourra déterminer un côté et deux angles.

L'angle formé par deux lignes égales partant du centre du soleil pour aboutir aux deux extrémités d'un rayon du globe terrestre s'appelle *la parallaxe* du soleil. Mesurée au moyen de diverses observations délicates, principalement des passages de Vénus, et par déduction de la vitesse de la lumière, la parallaxe moyenne peut être admise à 8″,91,

ce qui correspond à une distance linéaire de 148 000 000 kilomètres ou 37 millions de lieues.

Or, en prenant pour unité cette distance déjà énorme par rapport à nous, on a 1,5 pour celle de Mars, 5,2 pour celle de Jupiter, 9,5 pour celle de Saturne, 19 pour Uranus et 30 pour Neptune. Cette dernière planète est donc à une distance du soleil représentée par 30 fois 37 millions de lieues ou un milliard cent dix millions de lieues, chiffre qu'il faut doubler pour avoir le diamètre de son orbite. Une si énorme distance, que l'imagination déconcertée a peine à concevoir, est cependant encore dans le proche voisinage du soleil relativement à la plus rapprochée des autres étoiles proprement dites. Pour celles-ci, il n'y a plus de parallaxe, du moins de parallaxe diurne, correspondant à une base égale au demi-diamètre de notre globe : les angles observés de part et d'autre sont rigoureusement égaux, les deux rayons visuels sont parallèles ou plutôt se confondent, la parallaxe est nulle, ce qui signifierait que la distance est infinie au sens mathématique du mot. On a cherché une base plus grande, la seule plus grande qui n'échappe pas à nos mesures, à savoir le diamètre de l'orbite terrestre, et l'on est parvenu à trouver des parallaxes annuelles de quelques fractions de secondes, mais seulement pour un petit nombre d'étoiles, les plus rapprochées. En sorte que, vu de ces étoiles, un objet sidéral aussi volumineux qu'une sphère qui aurait pour grand cercle la propre orbite de notre globe, ne sous-tendrait qu'un arc d'une fraction de seconde 0″,69 par exemple de la 61e du Cygne dont la parallaxe annuelle serait de 0,″348, ou bien 0,″25 d'Arcturus (parall. ann. = 0″,127) ou 0″,46 de Sirius (parall. = 0″,23). L'étoile α du Centaure serait cependant un peu moins éloignée, et sa parallaxe annuelle serait de 0″,91. Mais aucune étoile jusqu'ici connue n'est assez rapprochée de nous pour fournir une parallaxe d'une seconde entière ; la distance que représenterait cette parallaxe serait déjà de 5 000 millions ou 5 milliards de rayons terrestres, et la lumière d'un tel centre mettrait trois ans et trois mois à parvenir jusqu'à nous, la vitesse étant de 300 000 kilomètres ou 75 000 lieues par seconde. Si notre soleil se trouvait renvoyé à cette distance, il ne nous apparaîtrait plus que comme l'une des étoiles de sixième grandeur, les dernières que nous puissions, avec une bonne vue, apercevoir à l'œil nu. Mais aucune étoile n'est aussi rapprochée de nous et le plus grand nombre n'a pas de parallaxe même annuelle. En leur supposant une parallaxe d'un dixième de seconde leur distance serait de plus de deux millions de fois celle du soleil. Il n'y a donc aucun danger que les planètes de notre système, dont la plus éloignée n'est distante du soleil que de 30 fois l'intervalle qui nous en sépare, soient dérangées de leur direction par l'influence d'astres aussi lointains.

Mais les distances des différentes étoiles ne sont point les mêmes. Si la

plus rapprochée est 226 mille fois plus éloignée de nous que le soleil (1) il n'y a pas de limites à la distance des plus lointaines ; et l'on a pu établir, au moyen de considérations basées sur la comparaison des ordres de grandeurs apparentes (valeurs photométriques) et sur les mouvements propres, un tableau comparatif des distances relatives des diverses classes d'étoiles, la distance moyenne de celles de première grandeur étant prise pour unité : on arrive ainsi à une distance de 8 ½ à 9 pour la sixième grandeur, de 756 pour la seizième. Or, en supposant aux étoiles de 1re grandeur une parallaxe moyenne de 0″,1, chiffre assurément trop fort, leur distance évaluée en trajet lumineux serait de 32 ans, celle des étoiles de la neuvième grandeur serait de 1 024 ans, celle de la 16e de 24 192 ans !

En présence de ces distances incompréhensibles, notre globe tout entier, plus encore notre soleil treize cent fois plus volumineux, plus encore l'immense sphère idéale dont l'orbite de Neptune serait le grand cercle, tout cela n'est que comme un grain de sable, un atome, un point, au sein des immensités sidérales. Cette sphère idéale cependant a eu sa période de réalité : à une époque non moins reculée dans la profondeur du temps que les nébuleuses actuelles dans les profondeurs de l'espace, la matière de notre système formait elle-même une nébuleuse planétaire dont la surface était marquée précisément par une sphère ou un ellipsoïde dont l'orbite de Neptune figure l'un des grands cercles ; et cette nébuleuse n'était qu'un atome, un point, par rapport aux mondes sans limites qui l'environnaient ! — Que penser donc de nébuleuses dont les diamètres sous-tendent des arcs non pas seulement de 25″,8 comme celle du Sagittaire, ou de 60″,4 sur 72″,2 comme celle de la Lyre, ou bien encore de 104″,44 au petit axe comme le *Dumb-bell* du Petit Renard (T. II. p. 27), mais même plusieurs minutes comme celle dont la position est AR = $11^h,12^m,48'$, D = + 13°44′,43″ non loin d'η du Lion et dont les deux axes sous-tendent 2′ et 7′, ou enfin plusieurs degrés comme la nébuleuse de la Ceinture d'Andromède qui, d'après Bond, s'étend en longueur sur 4° et en largeur sur 2°30′ ! (T. II, p. 19.) Mais il y a mieux : La nébuleuse d'Orion qui a son centre à l'étoile multiple θ située à environ $5^h.30^m$ d'ascension droite et — 5° de déclinaison, peut se prolonger, suivant la découverte du P. Secchi en 1855, jusqu'à + 6° en

(1) D'après ces données, α du Centaure qui serait l'étoile la plus rapprochée de nous, puisque sa parallaxe atteindrait neuf dixièmes de seconde (0″,913 d'après Henderson) serait éloignée de plus de 226 mille fois (226 249) notre distance au soleil. Qu'est-ce, à côté de ces 226 mille unités, que les 30 unités de distance de la planète Neptune ?

déclinaison et à 4^h en ascension droite (p. 153), et l'on sait que les heures sidérales correspondent à 15°, les minutes à 15′.

VI. — Est-il étonnant que, perdus au sein de ces immensités dont la conception même dépasse les bornes de notre intelligence, nous ne saisissions pas les lois d'ordre et de distribution des astres qui les remplissent! Ces lois subsistent cependant; et si l'esprit de l'homme ne les a pas encore déterminées, si peut-être même il ne doit les découvrir jamais ici-bas, c'est que l'amplitude des mouvements qu'elles régissent et des durées qu'elles mettent en œuvre, surpasse tout rapport avec la portée de compréhension de l'espèce humaine comme avec l'extrême brièveté de son existence. La distribution en apparence capricieuse des étoiles sur la voûte céleste tient à ce que le plan de leurs relations mutuelles nous est inconnu. « Si l'on avait, dit le P. Secchi, jugé capricieuses les positions des satellites de Jupiter ou de Saturne en les observant pendant une seule soirée, on aurait commis une erreur, parce qu'on ne connaissait pas leurs orbites de révolution. » Or, la vie du genre humain tout entier, relativement aux mouvements des astres, naguère encore appelés fixes, est comme la durée d'une seule soirée, relativement aux révolutions des satellites de nos grosses planètes. Le P. Secchi n'en a pas moins cherché quelques points de repère dans ce dédale vertigineux. Il a remarqué que si l'on considère la voûte céleste en lui donnant pour pôle austral l'étoile Fomalhaut, de la constellation du Poisson, (AR = $10^h45'$ et D = —30°), et pour pôle boréal l'étoile ξ du pied de derrière de la grande Ourse (AR = 22^h45^m et D = +30°) (1), la majeure partie des étoiles de la première à la quatrième grandeur occupera une zone étroite au-dessus et au-dessous de l'équateur correspondant à ces deux pôles. Du plan de ce grand cercle, les étoiles de quatrième et de cinquième grandeur ne sont pas éloignées de plus de 30°. L'ensemble de cette zone, qui comprend les principales étoiles d'Orion, du grand Chien, de la Lyre, de Persée, de Cassiopée, coupe la voie lactée sous un angle très aigu et par suite se confond avec elle sur une grande partie de son étendue.

Un petit nombre d'étoiles brillantes sont situées en dehors de ce groupement; ce sont celles des constellations du Lion, du petit Chien et des Gémeaux, formant une zone qui a pour pôle boréal α de Céphée et coupant la première à angle presque droit; elle passe non loin de la Grande Ourse dans l'hémisphère boréal, rejoint, dans l'autre hémis-

(1) Si, au lieu de prolonger cinq fois la distance des deux premières étoiles du Chariot dans le sens $\beta\alpha$ pour arriver à la polaire, on prend ce prolonlongement dans le sens inverse $\alpha\beta$, on aura l'étoile ξ à l'ouest et à la même distance à peu près de la ligne de prolongement que celle des deux premières étoiles entre elles.

phère le Paon et la Grue non loin du Poisson austral, et coupe l'équateur céleste près du baudrier d'Orion.

Quant aux petites étoiles, leur plus grand nombre est dans la Voie lactée ; minimum aux pôles de cette zone, il s'accroît progressivement en se rapprochant d'elle pour y atteindre son maximum. Nous n'entrerons pas dans les détails très curieux, mais plus malaisés à saisir, de ce classement des petites étoiles, nous bornant à en donner la conclusion, à savoir que « *en réalité* comme en apparence, les étoiles sont plus nombreuses et plus pressées dans le voisinage de la Voie lactée. »

Au sujet de cette dernière, le P. Secchi combat l'opinion émise d'abord par W. Herschel puis finalement abandonnée par lui, mais qui n'a pas moins continué d'avoir cours et d'après laquelle cet ensemble sidéral serait un immense amas stellaire en forme de disque bifurqué à l'une des extrémités de son diamètre, de telle sorte que la coupe perpendiculaire au plan général de ce disque représenterait une sorte d'Y. La traînée lumineuse que nous désignons spécialement sous le nom de *Voie lactée* serait la nébuleuse vue dans le sens de la profondeur près du centre de laquelle notre système solaire serait placé. Pour notre auteur cette masse sidérale est une énorme agglomération d'amas ou systèmes stellaires réunis par des régions où les étoiles sont répandues avec une densité moindre et plus d'uniformité, et notre soleil, qui appartiendrait à l'un de ces systèmes, est placé en dehors du plan de la traînée lumineuse, laquelle forme sur la sphère céleste un petit cercle distant de 5° environ du grand cercle parallèle. Il n'est pas prouvé qu'il n'existe pas, dans la Voie lactée, des masses nébulaires proprement dites en outre des étoiles, et toutes les étoiles visibles ne font pas partie de cet ensemble stellaire.

Les nébuleuses notamment paraissent former un système à part ou, si l'on veut, un ensemble de systèmes, disposé de telle sorte que les pôles du cercle formé par la Voie lactée seraient les plus riches en groupes de nébuleuses, celles-ci diminuant en nombre en se rapprochant de ce cercle au voisinage duquel, circonstance singulière, se rencontrent les nébuleuses irrégulières, tandis que les elliptiques se massent au contraire vers les pôles. Le nombre de ces objets sidéraux, qui sont sans doute les germes des univers futurs, est illimité : on en était à 5079 en 1864 (Catalogue de J. Herschel), mais depuis on en a découvert beaucoup d'autres, et il n'y a pas de raison pour que l'on s'arrête dans cette voie. Les comètes, ces astres mystérieux, sont peut-être des fragments, des éclaboussures, échappés à ces masses nébulaires, et ballottés de groupe en groupe stellaire, de système en système, sous l'influence combinée de leur vitesse initiale et des attractions diverses qu'elles rencontrent sur leur chemin : ou plus probablement elles proviendraient toutes d'une grande nébuleuse d'une nature spéciale et com-

posée non plus de gaz élémentaires comme les nébuleuses sidérales, mais combinés au carbone protéiforme. Leur lumière directe n'est pas due à une élévation proportionnelle de température, mais à une structure moléculaire spéciale analogue à celle des animaux phosphorescents.

VII. — Nous touchons au terme de l'aperçu que nous avons voulu tenter du plus récent ouvrage du P. Secchi. Il en reste un dernier chapitre où, sous le titre de *Conclusion*, l'auteur expose en 26 paragraphes soit les faits précis qui résultent de ses exposés, soit les idées et considérations générales qui s'en dégagent. Parmi les premiers, les plus importants ressortent suffisamment de l'analyse qui précède ; nous citerons, parmi les secondes, celles qui nous paraissent les plus remarquables.

Quelque immense que soit l'espace sidéral soumis à nos recherches il ne constitue pas la limite de la création; nos instruments, si perfectionnés qu'ils soient, ne traversant pas la couche galactique dans sa profondeur. Il n'est pourtant pas infini, « une chose composée d'êtres distincts et discontinus ne pouvant jamais être infinie. » D'ailleurs si le nombre des étoiles était véritablement infini, la voûte céleste nous apparaîtrait brillante comme le soleil dans toute son étendue, ce qui n'est pas ; et les corps opaques, qui absorbent dans l'espace une part de la lumière émise par les astres brillants, n'ont pas relativement plus d'action sous ce rapport que n'en ont nos poussières atmosphériques par rapport à la lumière du jour.

La création n'est pas seulement un amas de matières en ignition : c'est un immense organisme où la vie commence dès que cesse l'incandescence ; et, bien qu'elle ne soit pas accessible à nos moyens d'observation, on peut conclure par analogie avec notre globe qu'elle existe, ou qu'elle a existé, ou qu'elle existera sur les autres, suivant le stade de leur évolution auquel ils sont parvenus. Cette vie, répartie dans d'aussi innombrables foyers, doit présenter dans ses manifestations une variété incomparable et telle que la variété déjà immense des créatures qui naissent, croissent et meurent sur la terre, ne peut en donner qu'une faible idée. Qui dira d'ailleurs quelles limites le Créateur a assignées aux formes et aux réalités de la vie ? et qui osera prétendre qu'elle est limitée aux satellites obscurs ? Quoi d'étonnant d'autre part qu'elle n'existât pas partout et que, parmi tant de millions de sytèmes, il y en eût de déserts ! La planète qui nous porte n'a-t-elle pas de vastes régions inhabitées et inhabitables ?

A la vie est associée l'intelligence : or, entre la faible part qui nous en est départie et la souveraine Sagesse, il y a une distance infinie dans laquelle peuvent s'intercaler d'innombrables degrés, et il peut exister, par delà les espaces, des intelligences finies pour lesquelles cependant les théorèmes les plus hauts et les plus hardies inductions de notre

science seraient des vérités d'intuition et comme évidentes par elles-mêmes.

Si c'est là un champ de recherches et d'investigation interdit à l'astronome, que d'autres choses merveilleuses ne s'offrent pas à son étude ! En reliant les faits qu'il relève dans l'immensité de l'espace avec ceux que le géologue constate dans la non moins grande immensité des temps écoulés, il pressent la loi du développement mécanique de l'univers. Les nébuleuses planétaires nous représentent l'état originaire de la nébuleuse d'où sont nés notre soleil et son système de planètes, et les grandes masses nébuleuses nous montrent sans doute la phase antérieure, les grandes masses destinées, par un fractionnement ultérieur, à former de nouveaux systèmes stellaires. Ces mouvements de concentration, si rapides soient-ils, ne sont pas encore perceptibles pour nous malgré une observation séculaire, tant sont formidables et incompréhensibles les étendues qu'ils occupent d'une part, et d'autre part la distance qui nous en éloigne. Et cependant ces transformations diverses sont peut-être chose faite pour plusieurs sans que la lumière, vu la longueur du voyage, ait eu jusqu'ici le temps de nous en apporter la nouvelle. — La chaleur est la force génératrice de toutes ces magnificences, la chaleur adéquate au mouvement dont l'énergie se transmet à tous les corps par l'intermédiaire de ce fluide insaisissable et mystérieux qui a nom *éther*, « dont les vibrations constituent la chaleur rayonnante, la lumière, l'activité chimique vitale, dont les différences de densité produisent les attractions, les phénomènes électriques et magnétiques, » et par lequel nous sommes reliés aux régions les plus reculées de l'espace. — Mais ces attractions que régissent les lois de la gravitation universelle ne sont pas les seules forces qui dominent l'univers : le rapide développement de la queue des comètes qui, tournée d'abord vers le soleil, se replie ensuite en arrière, n'est pas expliqué jusqu'ici ; et les modifications décennales du soleil lui-même que manifestent la périodicité de ses taches et la vivacité de ses éruptions, se réflétant dans les phénomènes électriques des aurores polaires, révèlent encore une autre force émanant du soleil et dont nous ignorons le mode d'action.

On ne saurait finir de découvrir de nouvelles merveilles dans l'univers qu'en finissant de l'étudier. Les perfectionnements de l'art activent sans cesse ceux de la science, et s'aidant de l'un et de l'autre, l'astronomie révèle de plus en plus à qui sait la comprendre la Puissance infinie qui créa ces magnificences. C'est en chantant la gloire divine avec le psalmiste que le P. Secchi termine son livre et que nous terminerons nous-même cette étude :

« Que tes œuvres sont grandioses, ô Seigneur ! tu les a toutes faites dans ta Sagesse ; les cieux racontent vraiment la gloire du Dieu puissant; le jour nous étourdit de ses merveilles, la nuit nous ouvre les

trésors de la science ! Ils ne parlent pas, ils ne font pas de bruit ; mais sur toute la terre, dans l'univers entier, retentit leur mystique langage. (Ps. CIV et XIX) (1). »

J. d'E.

II

LA RELIGION EN FACE DE LA SCIENCE. *Leçons sur l'accord entre les données de la révélation biblique et les théories scientifiques modernes*, par l'abbé ALEXIS ARDUIN, docteur en théologie, ancien élève du Collège Romain. — 2e partie : *Geologie et géogénie*, tome 1er, 1879. — Lyon, Vitte et Lutrin. — Paris, Jules Vic. — In-8°.

Il y a un an, à pareille place, nous faisions connaître la publication du premier volume d'un ouvrage qui s'annonçait déjà comme devant être une œuvre importante. Théologien et versé dans les sciences naturelles, l'auteur a une compétence spéciale pour démontrer que *nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest*, en même temps qu'un droit particulier à voir les différentes parties de son travail présentées aux lecteurs de la *Revue*, dont il met en pratique la devise. Dans la première partie de *La Religion en face de la science*, dans *La Cosmogonie*, analysée il y a un an, M. l'abbé Arduin avait examiné l'origine cosmique de l'univers dans ses rapports avec les huit premiers versets de la Genèse. Il avait interprété l'action créatrice, objet du verset 1er (*In principio creavit Deus cœlum et terram*), par l'apparition, au sein du néant, de la matière cosmique infiniment raréfiée ; le *fiat lux*, par l'impulsion dynamique donnée à cette masse diffuse aussitôt soumise aux lois de la gravitation et de la mécanique céleste ; les *eaux*, par cette matière fluidiforme elle-même ; la séparation des ténèbres d'avec la lumière par la formation des systèmes stellaires parmi lesquels la nébuleuse solaire; la création du firmament (*Sit* expansio *in medio aquarum*, traduct. Walton), par la séparation, d'avec cette nébuleuse solaire, de l'anneau cosmique générateur de la terre et de la lune, la division entre les *eaux* qui sont au-dessus et les *eaux* qui sont au-dessous étant représentée par l'espace étendu entre la nébuleuse solaire en voie de contraction progressive et le sphéroïde terrestre en voie de formation. C'est à cette phase de l'œuvre créatrice, c'est-à-dire à la fin du deuxième

(1) « Cœli enarrant gloriam Dei..... Dies diei eructat verbum, et nox nocti indicat scientiam.

«Non sunt loquelæ, neque sermones, quorum non audiantur voces eorum.»

jour de l'hexaméron, que M. l'abbé Arduin arrête sa cosmogonie et clôt le premier volume, ou mieux la première partie de son œuvre, que doivent suivre deux autres parties, savoir : la deuxième, *Géologie et géogénie*, et la troisième, *Anthropologie*.

Nous sommes aujourd'hui en présence du premier volume de la seconde partie. L'auteur nous conduit, dans ce volume de plus de 500 pages, jusqu'aux premières formations paléozoïques et aux origines de la vie sur le globe, autrement dit jusqu'au milieu du troisième jour génésiaque seulement. On peut pressentir par là avec quels larges développements il étudie son sujet, et peut-être s'en rendra-t-on un compte exact quand nous aurons tracé l'analyse de ce volume.

Si l'on voulait étendre le sens du mot *géologie* ou science de la terre (γῆ terre et λόγος science) à tout ce que suppose son étymologie, toutes les sciences naturelles y seraient comprises. L'auteur l'a restreint aux deux sciences de la stratigraphie et de la paléontologie qui étudient la terre telle qu'elle se montre actuellement dans ses parties accessibles à nos recherches. Il y ajoute la *géogénie* (γῆ et γένεσις naissance) qui traite des origines de la terre ; et il donne à l'étude de la terre actuelle, pour éviter toute confusion, le nom de *géognosie* (γῆ et γνῶσις connaissance). Une première *leçon* est consacrée à cet exposé et à toutes les définitions propres à apporter une clarté parfaite dans ce qui doit suivre. Une clarté vraiment limpide et une complète *intelligibilité* (s'il est permis de se servir d'une expression que l'Académie française n'a point consacrée) sont un des traits caractéristiques de la manière de M. l'abbé Arduin ; il veut être compris de tous, de telle sorte que les savants qui auraient des préjugés anti-religieux, apprennent dans ses écrits à connaître, dans toute sa largeur, l'esprit de l'Église en matière scientifique, et que les ignorants puissent acquérir une teinture sérieuse des sciences naturelles pour bien apprécier ensuite combien la religion est loin d'être hostile aux développements de l'esprit humain.

Les neuf *leçons* à la suite de celle qui sert d'introduction et d'exposé général, peuvent se répartir en deux ou trois groupes : *les faits* (Leçons II à V), *les théories* (Leçons VI et VII), l'application des uns et des autres à l'*interprétation du troisième jour* mosaïque au moins dans sa première partie (Leçons VIII et IX) et dans la préparation à la seconde (Leçon X).

I. Les *faits* sont de trois sortes : faits astronomiques, faits chimiques, faits géologiques proprement dits ; toutefois les seconds se confondent avec les premiers, les lois chimiques étant les mêmes sur tous les astres.

Les faits astronomiques constituent, dans la deuxième leçon, une sorte de cours de cosmographie terrestre, exposant la figure, les dimensions, le poids et la densité de la terre, ses divers mouvements (diurne, annuel, conique de l'axe, de translation avec tout le système solaire, etc., etc.), sa distance au soleil.

Ces notions admises, l'écrivain ou plutôt l'orateur, — car ses *Leçons* ont été orales et publiques avant de se rassembler en volumes, — commence, dans la troisième leçon, l'exposé des faits géologiques ou de géognosie proprement dite. La physique du globe n'y est pas étrangère : la composition, l'étendue, le poids, le rôle général de l'atmosphère ; la superficie des mers, leur profondeur, leur volume, leur composition et leur mode d'action dans l'économie des forces de la nature, précèdent l'étude de la structure du globe qui s'ouvre par un abrégé de stratigraphie très sommaire, mais très lucide où, dans une douzaine de pages, la classification des roches et leurs divers modes de stratification sont présentés de manière à produire une lumière très suffisante dans les esprits les plus étrangers à cet ordre de connaissances.

L'étude des fossiles, autrement dit la paléontologie, occupe une partie de la leçon suivante qui se continue par un aperçu des roches cristallines, anciennes et éruptives, et des roches métamorphiques dont il n'avait été question jusqu'alors qu'incidemment et seulement pour indiquer en quoi diffèrent d'elles les roches stratifiées. Les minerais et filons métalliques trouvent naturellement leur place à la suite des roches primitives.

Il ne suffit pas de connaître la nomenclature générale des roches et le nom de chacune d'elles, de savoir, par exemple, que le granite se compose de feldspath, de quartz et de mica, si l'on ne sait pas ce que c'est que le mica, le quartz et le feldspath ; ou même de savoir que le feldspath est une substance cristalline composée de silice, d'alumine et de potasse, de soude ou de chaux, si l'on ignore la nature de chacun de ces éléments minéralogiques. Aussi l'auteur entre-t-il dans le détail de la composition chimique des parties constitutives de toutes les roches importantes : quartz, alumine, calcaire, magnésie, talc, mica, gypse, pyroxène, amphibole, dolomie, péridot, etc. Après quoi il traite des « phénomènes mécaniques de l'écorce terrestre » dans lesquels il range les mouvements lents de dépression et de soulèvement qui s'observent en divers points du globe, les tremblements de terre et les éruptions volcaniques.

Tout cela a rapport à la *Croûte solide* qui demandait, en un tel sujet, des développements plus considérables que l'*Atmosphère* et l'*Eau* auxquels une place néanmoins était due comme parties intégrantes de la terre. Un quatrième terme, à son tour, est mentionné, qui occupe la dernière partie de la cinquième leçon ; c'est le *Noyau central*, que la grande majorité des géologues, des astronomes et des physiciens, et parmi eux les plus autorisés, considère comme une masse minérale incandescente, une masse à l'état de liquide igné. Cette classification toute naturelle du globe en quatre zones concentriques d'air, d'eau, de croûte solide ou terre proprement dite et de feu, montre, pour le dire en passant, que les

anciens ne se trompaient pas entièrement quand, à la suite de Pythagore et d'Empédocle, ils partageaient l'univers en leurs fameux *quatre éléments*.

II. Après les *Faits*, les *Théories*. Celles-ci relient ceux-là pour en former des corps de doctrine. Sans le secours des théories les faits demeureraient stériles pour l'esprit humain. A leur tour, les théories, que n'appuient pas un nombre suffisant de faits ou qui impliquent contradiction formelle avec quelques-uns d'entre eux, sont sans grande valeur scientifique ; bien plus, elles peuvent créer de sérieux obstacles à l'avancement des sciences. Quelquefois cependant telle théorie, que le progrès des connaissances acquises oblige un jour à abandonner, n'a pas laissé auparavant de contribuer à des découvertes nouvelles ; elle avait permis de relier entre eux de premiers faits comme un échafaudage le long des premières assises d'un édifice, et, grâce à ce soutien, de s'en servir comme d'un échelon pour voir de plus haut et de plus loin. Les théories géogéniques n'ont pas échappé à cette destinée. En retracer l'historique depuis l'antiquité jusqu'à nos jours et indiquer les règles d'induction, d'analogie et de comparaison auxquelles toute théorie doit se conformer pour rester logique et plausible, c'est là une excellente préparation à aborder l'examen de la théorie géogénique aujourd'hui admise, laquelle n'est contredite par aucun fait et, jusqu'ici, les explique tous. Cette théorie, greffée sur la magnifique conception cosmogonique de Kant, d'Herschel et de Laplace, en est la véritable continuation et ne fait en quelque sorte qu'un seul tout avec elle. Notre auteur avait terminé le volume composant sa Première partie, avec la description de la naissance de l'anneau cosmique, germe de notre planète, et en appliquant, à la distance formée peu à peu entre lui et la nébuleuse génératrice, le *firmamentum*, *expansum* ou στερέωμα, en hébreu *rakia* (רקיע) des versets 6 à 8 de la Genèse. Il reprend à ce point l'histoire cosmogonique et expose, en grand détail, la série de phénomènes mécaniques qui durent nécessairement s'accomplir au sein des fluides composant cet anneau pour le faire passer successivement de la forme annulaire à la forme fusiforme, puis ellipsoïde, puis enfin sphéroïdale ; les phénomènes physiques de chaleur et partant de lumière qui forcément furent la conséquence de cette infinie multiplicité de mouvements, de chocs et de déploiements de forces entre les atomes nébulaires ; les phénomènes chimiques enfin, c'est-à-dire les mille combinaisons, agrégations et dispositions des atomes en molécules, puis des molécules entre elles, pour former toutes les substances dont, sous les noms de *corps simples* et *composés*, la science constate aujourd'hui l'existence sur la terre et dans les astres (1).

Telle est la période nébuleuse de notre planète.

(1) Dans ses considérations sur les phénomènes chimiques, l'auteur se rallie

Quand, par la progression des phénomènes calorifiques, la lumière produite acquiert cette intensité qui la fait briller et rayonner au loin dans l'espace, la future terre entre dans sa période stellaire. Ici l'écrivain résume, d'une manière saisissante et pleine d'intérêt, pour représenter exactement les phases traversées durant cette période par le sphéroïde terrestre, les plus récents travaux de l'astronomie stellaire ; c'est une sorte de synthèse de toutes les connaissances que la spectroscopie a fait définitivement entrer dans le domaine de l'uranométrie, disposée de façon à dérouler, comme une suite de panoramas sous l'œil du lecteur, les variations d'intensité et d'éclat de notre terre-soleil, jusqu'au moment où, devenue étoile variable, puis intermittente, elle finit par s'éteindre tout à fait.

Alors commence la période planétaire. Le froid des espaces intra-

à la théorie nouvelle qui n'admet plus de corps simples, et pour qui «l'atome du corps dit simple, c'est-à-dire la dernière particule matérielle chimiquement indécomposable en particules similaires, est un groupement d'atomes plus élémentaires, qui peuvent être identiques dans tous les corps simples, ou eux-mêmes composés de groupements plus élémentaires encore. » M. Würtz a donné le nom de *sous-atomes* à des particules plus petites, similaires ou non, dont le groupement constituerait l'atome proprement dit. Ces sous-atomes eux-mêmes pourraient être décomposés en particules plus petites encore, et ainsi de suite jusqu'à une limite extrême d'éléments irréductibles, composés chacun de particules identiques, en nombre égal et disposées semblablement, qui représenteraient le terme ultième de toute division possible et concevable de la matière. Ce sont les *ultimates* du chimiste anglais Graham ; il les suppose animés de mouvements vibratoires dont la longueur variable produirait les différences qui distinguent les différents corps.

L'écrivain mentionne aussi, du reste, la théorie atomique qu'il désigne comme étant celle de la mécanique moléculaire : c'est celle qui regarde les atomes comme des points mathématiques, sans volume et sans étendue par conséquent, mais doués de masse et de force, et qui a été développée ici même par le R. P. Carbonnelle, dans son travail sur l'*Aveuglement scientifique* (t. II, p. 236). M. l'abbé Arduin cite ces deux théories sans les discuter ni les opposer l'une à l'autre. Nous nous demandons si, au fond, elles sont aussi opposées et aussi dissemblables qu'on pourrait le croire au premier abord. Il n'y aurait guère, ce semble, entre elles qu'une différence de simple à composé, de plus à moins.

Appellons *atomes simples* les ultimates de Graham, et *atomes composés* (composés à tels degrés que l'on voudra) les groupements d'ultimates en tiers-atomes, sous-atomes, etc., jusqu'au point au delà duquel le groupement supérieur deviendrait la *molécule*. L'ultimate ou l'atome simple peut parfaitement se concevoir comme le point mathématique siège et point d'application de forces, qui constitue l'atome du P. Carbonnelle dont la théorie ne différerait, au fond, de l'autre, qu'en ce qu'elle est moins compliquée.

stellaires a eu sa part d'action. Les gaz incandescents se sont condensés en liquide igné qu'entourent d'épaisses et noires vapeurs, formant autour de la pyrosphère une atmosphère énorme ; c'est entre ces deux sphères concentriques et aux dépens de l'une et de l'autre, que va se former la croûte solide. Ce que pouvait être la première, ce qu'était surtout la seconde, — à une époque où, bien que ne pouvant plus rayonner lumineuse dans l'espace, notre planète émettait encore autour d'elle une somme de chaleur dont on ne saurait se faire une idée, — il faut le chercher au commencement de la septième leçon. Il faut suivre ensuite la formation de la première croûte, celle qui résultait de la congélation du liquide igné en des sortes de glaçons de feu, se rencontrant, s'entrechoquant et finissant par se souder de proche en proche, pour arriver enfin à ce degré de refroidissement où la vapeur d'eau peut se former. La description de la lente formation de l'eau, de ses premiers effets, de sa résorption immédiate en vapeur, puis de ses victoires successives sur l'élément adverse, le feu, victoires toujours chèrement disputées, mais néanmoins progressives et finissant par l'emporter tout à fait ; toute cette partie de l'histoire géogénique est tracée d'une plume vraiment magistrale, et, même après les magnificences qui précèdent, forme un tableau plus magnifique encore (p. 297 à 304).

L'histoire sommaire des roches cristallines (granites et porphyres) et métamorphiques anciennes (gneiss, talcschistes, micaschistes), suivie de celle des premiers soulèvements et des premières émersions au-dessus du niveau de l'hydrosphère dont la croûte solidifiée était recouverte, complètent la septième leçon.

III. Avec la huitième, le lecteur rentre dans l'interprétation des textes bibliques de l'hexaméron. Pour M. l'abbé Arduin, la création du firmament et la séparation des eaux d'avec les eaux, racontées dans les versets 6, 7 et 8, comprennent toute la phase géogénique écoulée depuis la séparation de l'anneau cosmique d'avec la nébuleuse centrale, jusqu'à l'époque où l'eau, définitivement maîtresse du feu, forme l'océan primordial, recouvrant uniformément d'une sphère aqueuse parfaite, mais peu profonde, la croûte solidifiée. Là finit le second jour mosaïque, mais non pas l'œuvre commencée avec ce jour ; elle ne sera terminée qu'au milieu du troisième, quand l'Éternel lui aura donné la consécration en la reconnaissant bonne : *vidit Deus quod bonum.*

Car il y a là une remarque à faire, importante et curieuse. Concurremment avec la division en jours, il existe, dans le travail de la création, un autre division encore, marquée par cette phrase qui revient jusqu'à sept fois dans le récit de l'hexaméron : « Et Dieu vit que cela, était bon ; » chaque fois, elle indique que l'œuvre qui vient d'être racontée, est une œuvre complète et parachevée. M. l'abbé Arduin, ne voulant pas anticiper sur la suite de son ouvrage, n'indique que trois de

ces grands actes créateurs : le *premier acte*, comprenant toute l'œuvre accomplie à partir de l'*In principio* jusqu'au milieu du premier jour, c'est-à-dire, création de la matière et de la force, impulsion communiquée aux atomes par le commandement *fiat* ou *sit lux;* le *deuxième acte*, commençant au milieu du premier jour pour ne finir qu'au milieu du troisième, et correspondant à l'évolution de la matière cosmique en général, et plus spécialement de la nébuleuse terrestre, jusqu'au moment où, étoile éteinte et encroûtée, elle est entrée dans sa phase planétaire et a pris une forme voisine de sa forme actuelle ; le *troisième acte*, enfin, compris dans la seconde moitié du troisième jour et consistant dans la création du règne végétal. Il est facile, du reste, de reconnaître les autres *actes;* le *quatrième*, coïncidant avec le quatrième jour, et consistant dans l'apparition des astres à la surface de la terre et dans leur appropriation à l'économie de cette planète et aux besoins des êtres qui doivent vivre sur elle ; le *cinquième acte*, correspondant avec la première moitié du cinquième jour et représentant la création des grands sauriens, des animaux ailés, etc ; le *sixième acte*, du milieu du cinquième jour au milieu du sixième, comprenant la bénédiction des animaux précédemment créés et la création des animaux supérieurs, des mammifères ; le *septième et dernier acte*, occupant la seconde moitié du sixième jour et consistant dans la création de l'homme et de la femme, couronnement de la création tout entière. Nous ne faisons qu'indiquer ces quatre derniers actes, ne voulant pas préjuger la manière dont l'auteur que nous apprécions les présentera à ses lecteurs dans la suite de son ouvrage.

Revenons à la première partie du troisième jour qui n'est que la suite et le complément de l'œuvre commencée après le *fiat lux* et continuée pendant toute la durée du deuxième. Cette première partie est racontée en deux versets : Dieu ordonne aux eaux de se rassembler en un seul lieu et de laisser apparaître la partie sèche du globe (*arida*), puis il donne le nom de *terre* à cette partie sèche, et de *mer* à l'assemblage des eaux (*congregatio aquarum*). Les géologues sont aujourd'hui à peu près unanimes à expliquer la formation des îles et des continents par les affaissements de la croûte solide sur le noyau liquide en voie de contraction et de retrait; de ces affaissements résultaient des cavités, des profondeurs, que remplissaient les eaux, en même temps que, par une sorte d'effet de bascule, des soulèvements se produisaient à côté, à la manière des rides sur la pelure d'une pomme qui se dessèche ; d'autre part, la portion de croûte que l'affaissement mettait en contact avec le liquide igné exerçait une pression sur lui, souvent aussi l'eau s'infiltrait jusqu'à atteindre ce feu : de là des réactions, des explosions, des éruptions au dehors de la matière ignée, toute une série de révolutions dont l'effet extérieur était l'approfondissement du lit des mers et l'émersion du sec au-dessus de leur niveau. C'est ainsi que les eaux se ras-

semblent peu à peu en un seul lieu et que la *partie sèche*, — c'est-à-dire les îles et les continents — apparaît et se développe graduellement (1).

(1) En suivant l'interprétation précédente de M. Arduin, ne pourrait-on pas appliquer le *Congregentur aquæ ad locum unum* à la précipitation aqueuse des vapeurs atmosphériques se réunissant toutes en enveloppe liquide autour de la croûte solide récemment formée ? Disséminées à travers les gaz de toute sorte qui formaient l'immense et complexe atmosphère d'alors, les vapeurs aqueuses n'étaient point réunies en une masse d'eau, mais éparses en une infinité de directions. Par l'effet du refroidissement, et après une lutte acharnée avec la croûte brûlante qui renvoyait incessamment à l'état de vapeur, les eaux précipitées sur elle, l'élément humide finit par l'emporter et se rassemble en une enveloppe d'eau mince mais continue autour du globe : les eaux ne sont-elles pas, alors, rassemblées, réunies, groupées en un assemblage unique, comparativement à l'état antérieur? — C'est alors que les affaissements, plissements et soulèvements de la croûte sous-jacente se produisent, obéissant à la parole créatrice : *appareat arida.* — Cette interprétation nous semble plus littérale, en ce sens que le rassemblement des eaux en un lieu unique se réalise ainsi d'une manière en quelque sorte immédiate : tandis qu'en admettant, pour ce rassemblement, la lente formation du lit actuel des mers, on se trouve devant une exécution moins littérale et surtout infiniment plus lente du commandement divin. Tant que l'enveloppe aqueuse, l'hydrosphère, n'est interrompue que par des pics de montagnes formant îlots de loin en loin, peut-on dire, à proprement parler et surtout relativement à l'état immédiatement antérieur, que les eaux se sont rassemblées en un lieu unique? Ce n'est qu'après une longue suite de périodes géologiques que ce « rassemblement en un lieu unique » est véritablement réalisé.

Il y aurait bien un moyen de concilier les deux interprétations en admettant, comme nous l'avons fait à propos du *fiat lux* ou *sit lux* dans notre étude sur la formation de l'univers (voir la *Revue* de juillet 1877, t. II, p. 49), qu'un même texte de l'Écriture peut s'appliquer à deux ou plusieurs faits successifs de même ordre, et que, dans l'espèce — le texte *Congregentur aquæ, etc.*, peut s'appliquer également à ces deux faits : 1° la concentration d'une partie des vapeurs atmosphériques en une enveloppe aqueuse continue autour de la croûte solide ; 2° le soulèvement graduel des îles et des continents d'où résulte le creusement des mers et des océans.

Mais, ce faisant, nous nous attirerions les reproches de M. l'abbé Arduin, qui nous fait l'honneur de nous adresser (p. 269 *ad not.*) l'observation suivante : « Cette opinion paraît inadmissible en présence des autorités formelles enseignant qu'un même texte de l'Écriture sainte n'a jamais qu'un sens littéral ; saint Thomas ne donne jamais deux interprétations différentes d'un même passage : *Sensus non multiplicantur, propter hoc quod una vox multa significat* (1a P., q. I, art. 10 ad 1um). » L'auteur s'appuie ensuite sur l'*Introduction aux livres saints* de Glaire, et sur les *Précis d'introduction à l'Écriture sainte* de M. l'abbé Gilly. — Nous soumettrons à M. l'abbé Arduin

L'écrivain donne ici d'assez grands développements à la discussion et à l'interprétation du texte biblique comparé aux données actuelles de la science, tant au point de vue de cette formation de la terre ferme, qu'à celui des théories orogéniques aujourd'hui admises, et à l'époque relative des premiers soulèvements ; puis, après avoir fait ressortir avec une grande vigueur de logique, que Moïse « ne reçoit aucun démenti des découvertes de la chimie, de la physique, de l'astronomie, de la géologie, » que, tout au contraire, chaque nouveau progrès de la science fait grandir la figure de l'auteur inspiré, « et lui assigne la première place dans l'humanité savante, » il aborde l'étude de cette partie de la science géogénique qui correspond au troisième acte de la création, à la seconde moitié du troisième jour mosaïque, à l'apparition de la vie sur le globe.

L'examen scientifique des formations géologiques sur lesquelles on est fondé à penser que prirent naissance les premiers êtres organisés, remplit la huitième leçon. Ce sont ces formations que l'on a appelées *paléozoïques* pour indiquer cette vie naissante et primitive ou ancienne (παλαιός ancien), par opposition aux précédentes ou *azoïques* (α privatif) c'est-à-dire sans vie, sur le rôle desquelles M. l'abbé Arduin donne en passant un rapide aperçu. Il rejette l'appellation de *protozoïque* donnée par certains auteurs qui posent peut-être des affirmations trop assurées, pour faire remonter les premiers organismes jusqu'au terrain laurentien, et adopte avec M. Credner, de préférence à la qualification d'azoïque, celle d'*Archaïque* (ἀρχή commencement) qui a l'avantage de ne rien préjuger. Gneiss et schistes métamorphiques anciens, calcaires cristallins, peut-être même traces de graphites, quartz, pour le *laurentien*, schistes argileux et à ardoises communes, grauwackes et dolomies pour le *cambrien* ou *huronien*, tel est le bilan du groupe archaïque, terrain des premiers îlots qui ébauchèrent en Scandinavie, au nord de l'Écosse, en Bretagne, en Vendée, en Galice, en Catalogne, à l'Esterel (Var), etc., une lointaine esquisse de l'Europe à venir.

Les roches siluriennes, dévoniennes, des calcaires carbonifères et houillers, et enfin permiennes, élèvent de nouvelles îles, de nouveaux groupes d'îles au-dessus du niveau de l'universel océan. Sans entrer avec l'écrivain dans le détail de la composition de toutes ces roches, ni dans la formation des minerais et filons métalliques, constatons seulement avec lui que là où les roches deviennent plus ou moins charbonneu-

cette observation que les théologiens sont divisés sur la question et que, si les uns soutiennent, avec saint Thomas, l'unité du sens littéral des textes, les autres admettent la pluralité et peuvent invoquer une autorité également considérable, celle de saint Augustin (*Confessions*, liv. XII, chap. XIV et suiv.). Il y a donc là une opinion *libre* dans laquelle il est loisible à chacun d'adopter l'interprétation qu'il préfère.

ses ou carbonifères, là a existé tout au moins la vie végétale. Comment les organismes vivants se sont-ils ainsi transformés ? Mais auparavant comment les éléments primitifs de la croûte solide ont-ils pu être bouleversés, triturés, remaniés au point de former cette infinie variété de roches sédimentaires dont la géologie constate l'existence sur les innombrables strates de l'écorce solide qui nous porte ? Après avoir indiqué les actions physiques, chimiques, mécaniques, des eaux et de l'atmosphère, les actions plutoniques et volcaniques du feu central dans cette infinité de transformations, l'auteur arrive à faire remarquer qu'un rôle non moins important a été dévolu, dans cet ordre de faits, aux êtres organisés. De là deux modes d'action nouveaux : action des végétaux, d'où formation des tourbes, des lignites, des houilles, des graphites ; action des animaux tels que polypes sécrétant le calcaire pour en former des îles, mollusques déposant par bancs immenses le lest dont vivants ils étaient revêtus, microscopiques foraminifères remplissant un rôle analogue. C'est par là que se termine la neuvième leçon, sur la formation des terrains paléozoïques.

La dixième, dernière du volume, consacre plus de soixante-dix pages à une sorte de petit traité de biologie. Qu'est-ce que la vie (la vie organique s'entend) ? Comment a-t-elle commencé ? Divers systèmes, diverses doctrines ont essayé de formuler une réponse à ces questions ; on les indique et on les discute. Puis, appliquant son excellente méthode, l'auteur commence, pour préparer sa réponse, à poser et à examiner *les faits :* ce qui distingue les organismes vivants des corps bruts ; comment sont constitués les premiers, quelles sont leurs propriétés, leurs fonctions ; comment cesse la vie, en quoi consiste la mort ; la reviviscence. Qu'il y ait dans ce vaste exposé des points controversables, on ne saurait s'en étonner, la biologie étant une science encore bien nouvelle. Il nous semblerait par exemple qu'une proposition du regretté Dr Chauffart, assez vivement combattue, n'est cependant pas dénuée de toute valeur, alors qu'il dit : « Dans les régions inférieures, là où la vie est uniquement végétative, l'unité est singulièrement faible (1). » Quand M. Arduin objecte qu'un arbre, par exemple, n'est pas un individu unique, mais une collection d'individus dont chacun est indivisible, que chaque fleur est une famille de cette agglomération (2), ne pourrait-on répondre qu'en cet état l'arbre, la fleur, sont des individus complexes, formés chacun d'une série d'individus secondaires, de sous-individus dépendant de l'ensemble, et par conséquent ne sont pas des unités simples ? Aristote et saint Thomas, d'après notre auteur, seraient

(1) *La Vie* par le Dr Chauffard, cité par M. l'abbé Arduin, p. 455 *ad not.*
(2) P. 456.

pour la négative contre Platon.... Entre de telles autorités il est permis d'être hésitant, mais nous inclinerions du coté du Dr Chauffard et de Platon.

Ailleurs M. Arduin s'élève contre la distinction entre la spontanéité et la volonté : « les philosophes, dit-il, ne séparent jamais la spontanéité de la volonté » (1). Est-ce bien sûr ? N'est-il pas philosophique au contraire de réserver le mot *volonté* à l'intention actuelle, *libre* et *réfléchie* et d'affecter plus particulièrement la *spontanéité* à l'acte irréfléchi, motivé par la seule impression et sans que la liberté morale, le libre arbitre, soit intervenu au moins d'une manière normale et complète (2) ?

Quoi qu'on puisse penser de ces controverses de détail, nous voici arrivés à la fin de cet excellent volume. Il ne nous donne pas encore l'adaptation des exposés paléozoïque et biologique dont l'analyse précède, aux versets 11, 12 et 13 de la Genèse, c'est-à-dire à la seconde partie du troisième jour ou au troisième acte de la création ; ce point important ne trouvera sa place que dans le volume suivant annoncé pour paraître sous très peu de temps. Souhaitons que cette promesse soit fidèlement tenue. Que le lecteur du volume qu'on vient d'analyser dise s'il n'éprouve pas, au bout de cette suite d'exposés ici interrompue, un désir analogue à celui de l'enfant auquel on a raconté le commencement d'un attrayant récit et que l'on ajourne à plus tard pour lui en dire la fin. La *première partie*, celle qui a fait l'objet de notre compte rendu d'il y a un an, est arrivée, dans le cours de cette année, à sa troisième édition. Il n'est pas douteux qu'un succès au moins égal n'attende le premier volume de la seconde ; et quand l'ouvrage sera terminé, si sa continuation répond à ses débuts, il prendra rang, selon toute probabilité, parmi les plus complètes apologies de la révélation par la science qui aient paru de nos jours.

J. d'E.

(1) Pp. 467 et 468 *ad not.*

(2) L'homme a la volonté et la spontanéité ; l'animal n'a que la spontanéité. — Il est vrai que l'auteur donne à ce que nous appelons spontanéité, un autre nom, l'*autocinésie* (de αὐτοκίνησις, mouvement par soi-même). — Mais n'y a-t-il pas inconvénient à créer ainsi des mots nouveaux et trop savants pour exprimer des choses que rendent aussi bien des mots anciens et usuels ? — C'est ainsi, également, que les propriétés d'*évolutilité*, *nutrilité*, *reproductivité*, *promorphose*..., sembleraient suffisamment indiquées et plus clairement rendues par les mots : *facultés de développement, de nutrition, de reproduction ; fixité*, etc.

III

Traité de l'ostéologie et de la myologie du vespertilio murinus, précédé d'un exposé de la classification des cheiroptères et de considérations sur les mœurs de ces animaux, par M. Paul Maisonneuve, professeur à la Faculté des sciences d'Angers, 1 vol. in-8° de 325 pp. avec XI planches. Doin, 1878.

M. le docteur Paul Maisonneuve, professeur à l'Université catholique d'Angers, a entrepris d'écrire la monographie, c'est-à-dire l'histoire particulière de la chauve-souris commune que l'on nomme aussi le *murin* (Vespertilio murinus). Malgré ses limites apparentes, ce sujet présente une telle étendue, puisqu'il embrasse la morphologie, la physiologie, l'embryologie et l'histoire naturelle proprement dite qui raconte le rôle de l'animal dans la nature, que l'auteur, qui n'a pas voulu se contenter de jeter un coup d'œil superficiel sur chacune de ces parties, mais s'est proposé de les traiter successivement d'une manière approfondie, a dû se borner dans cette première publication à la description de l'appareil locomoteur, et c'est pour cela qu'il a intitulé son travail, *Traité de l'ostéologie et de la myologie du vespertilio murinus.*

La description du squelette ne comprend pas moins de 124 pages, et 172 ont été consacrées à celle des muscles.

Les différentes pièces du squelette y sont étudiées avec un grand soin, et, quoique l'auteur n'ait pas abordé ici les premières phases du développement, il a cependant mis à profit la comparaison de l'adulte avec de jeunes sujets pour distinguer les pièces osseuses dont les limites, après leur soudure, ne peuvent plus être reconnues, et pour indiquer les principaux points d'ossification.

Nous ajouterons que les différentes parties de l'appareil locomoteur n'ont pas été envisagées seulement au point de vue de l'anatomie descriptive, mais également à celui de leur physiologie ou, en d'autres termes, au point de vue du mécanisme des mouvements, ce qui a fourni à M. Maisonneuve l'occasion de présenter plusieurs remarques très ingénieuses.

Ne pouvant reproduire ici tous les détails de cette description nous nous bornerons à citer quelques-uns des faits les plus importants.

Le crâne n'est pas seulement décrit dans ses parties extérieures, l'intérieur de sa cavité n'est pas oublié ; l'auteur y mentionne l'apophyse crista galli, les divers trous de sortie des nerfs et les sinus veineux.

La description de la tête considérée dans son ensemble est suivie de

celle de chaque os en particulier dans laquelle nous remarquons une description très détaillée de l'ethmoïde, du sphénoïde et du rocher.

La colonne vertébrale n'a pas été étudiée avec moins de soin et nous signalerons dans ce chapitre une appréciation très exacte des dispositions des surfaces articulaires.

Mais pourquoi M. Maisonneuve, après avoir si bien décrit les apophyses articulaires des vertèbres lombaires, affirme-t-il qu'elles ne peuvent permettre que des mouvements peu étendus, tandis que, tout au contraire, il est facile de constater que chez les chauves-souris la région lombaire jouit d'une grande mobilité qui lui permet tantôt d'exagérer sa courbure et tantôt de la redresser? Cela vient probablement de ce qu'il s'est trop préoccupé de ce qui a lieu chez les oiseaux où la région lombaire se confond avec le sacrum et où le plus souvent les vertèbres dorsales s'unissent entre elles pour former une tige inflexible. Cela n'a pas lieu chez les chauves-souris dont le tronc ne se rapproche de celui des oiseaux que par les modifications de l'appareil omo-sternal et chez qui la rigidité de la colonne vertébrale n'est obtenue que par l'action des puissances musculaires.

En dehors de l'appareil omo-sternal, ce sont les membres qui, chez les chauves-souris, subissent les modifications les plus remarquables.

Les membres antérieurs étant devenus des ailes, tous leurs segments présentent des caractères particuliers.

M. Maisonneuve a observé que l'humérus offre une torsion de 90° et que, l'axe passant par l'épicondyle et l'épitrochlée, étant perpendiculaire à celui de la tête humérale, se trouve placé dans un plan antéro-postérieur, et il montre comment cette disposition devient très favorable à la fonction du vol.

Un autre fait non moins intéressant consiste dans la torsion du radius et dans la manière dont il s'articule avec l'humérus, d'où il résulte que, lorsque l'avant-bras est étendu sur le bras, la main se trouve dans une position intermédiaire entre la pronation et la supination, tandis que la pronation est complète quand le bras est fléchi sur l'avant-bras.

L'auteur fait aussi remarquer la prédominance du radius sur le cubitus, mais il nous semble aller trop loin en affirmant que le cubitus est réduit à son extrémité supérieure, puisque, pour notre part, nous avons trouvé chez la Roussette l'extrémité inférieure de cet os à l'état cartilagineux. Il exagère aussi l'immobilité du cubitus par rapport au radius dont la tête, dans les mouvements de flexion et d'extension, glisse légèrement sur le cubitus.

Nous avons surtout à remarquer les dispositions offertes par les os du carpe modifiés pour exécuter dans un sens oblique les mouvements de flexion et d'extension. Leur forme, leurs surfaces articulaires, et la manière dont ils jouent les uns sur les autres sont étudiés par l'auteur dans un grand détail.

M. Maisonneuve a observé que, chez le murin, l'os pisiforme prend un aspect particulier qui l'a engagé à lui donner le nom d'*os transversal du carpe* ou simplement d'*os transversal*. Comme cet os n'a encore été signalé par personne, si ce n'est par Emm. Rousseau qui l'a simplement indiqué sans le décrire, nous pensons que les auteurs futurs devront le désigner sous le nom d'*os transversal de Maisonneuve*. Il est probable que son existence n'est pas constante dans toutes les espèces de cheiroptères, puisque, pour notre part, nous n'en avons trouvé aucune trace chez la Roussette où il semble remplacé par une apophyse du grand os.

M. Maisonneuve, en décrivant les attaches et les rapports de l'os transversal, fait voir qu'il a un rôle principal dans le mécanisme des mouvements du poignet.

La manière dont se meuvent les os métacarpiens est aussi très remarquable. Leurs extrémités carpiennes en forme de roues sont embriquées les unes sur les autres et ils s'écartent et se rapprochent à la manière des lames d'un éventail.

M. Maisonneuve conclut de ces diverses dispositions que l'aile de la chauve-souris ne frappe pas l'air perpendiculairement à son plan, mais obliquement, de façon à ce que chaque segment du métacarpe rencontre successivement la surface aérienne.

Les divers auteurs ne sont pas d'accord sur le nombre des phalanges chez les cheiroptères. M. Maisonneuve a trouvé, pour le pouce, 2 phalanges ; pour l'index, 2 phalanges dont la seconde, très petite et d'abord cartilagineuse, se prolonge par un filament fibreux ; pour le médius, 3 phalanges, 2 bien développées et 1 rudimentaire ; pour le 4e et le 5e doigt, 2 phalanges.

Le membre abdominal des chauves-souris a subi de son côté des modifications fort curieuses dont la principale consiste en ce que ce membre peut se tourner tantôt en avant, tantôt en arrière, en plaçant successivement la plante du pied dans chacune de ces deux directions, de telle sorte que le pied affecte tantôt la position d'une main en supination et tantôt celle d'une main en pronation.

Il résulte de là tout d'abord, comme le fait remarquer M. Maisonneuve, une modification importante du fémur. C'est une torsion de 90° au niveau du col de cet os, puis une torsion de la diaphyse qui est aussi de 90°, en sorte qu'il y a une torsion totale de 180°. Il suit de là que le genou se place en dehors, que le condyle interne devient antérieur et le condyle externe postérieur.

Quant au pied, il se place comme une main dans le plan de la jambe ; il n'y a pas de cou-de-pied, et la saillie du talon s'efface. C'est seulement dans la marche que le pied fait un angle avec la jambe et la chauve-souris est alors plantigrade.

L'auteur décrit aussi les mouvements de latéralité et de torsion du

tarse, mais nous regrettons qu'il ait passé sous silence un fait que, pour notre part nous avions signalé chez la Roussette, la rotation du péroné autour du tibia. Lorsque plus loin, en parlant de l'articulation du calcanéum avec le péroné, il signale ce fait comme exceptionnel chez les mammifères, nous ne pouvons voir là que l'effet d'un moment de distraction, puisque le péroné s'articule avec le calcanéum chez un certain nombre de mammifères, parmi lesquels il peut nous suffire de citer les ruminants.

M. Maisonneuve a étudié les muscles de la chauve-souris avec le même soin que les os ; il en a donné une énumération très complète et a discuté avec succès leur signification.

Nous signalerons en particulier la description du muscle peaucier, des divers faisceaux du trapèze, des muscles pectoraux, du long du cou, du psoas iliaque.

Pour les muscles de l'avant-bras, M. Maisonneuve a vérifié la coexistence du long supinateur et du brachial antérieur, la présence d'un sésamoïde dans le tendon du court supinateur, et l'existence d'un *muscle lombrical du pouce*. On ne peut nier l'intérêt qu'offrent ces faits au point de vue de l'anatomie philosophique.

Nous signalerons pour le membre abdominal la détermination de plusieurs faisceaux méconnus par quelques auteurs, tels que le droit interne, le demi-membraneux, le demi-tendineux et le fémoro-caudal.

M. Maisonneuve fait remarquer l'absence des muscles pyramidal, obturateur interne et jumeaux pelviens, les rotateurs étant réduits à l'obturateur externe et au carré, ce qui montre bien que ces animaux ne sont pas faits pour la marche quadrupède, tandis que les muscles qui peuvent servir au grimper, tels que le triceps, les fessiers, le psoas ont acquis tout leur développement.

Un fait intéressant, sur lequel M. Maisonneuve insiste avec raison, c'est que tous les muscles de la jambe sont rejetés sur le côté externe.

M. Maisonneuve insiste aussi beaucoup sur les muscles psoas et iliaque et principalement sur celui qu'il désigne sous le nom de *psoas iliaque externe ;* il est intéressant de remarquer que sous ce rapport il y a une certaine analogie entre les chauves-souris et les édentés.

Ce petit nombre de citations peut suffire pour montrer que la myologie du Murin, telle que l'a exposée M. Maisonneuve, n'est pas une simple énumération des muscles de cet animal, mais une analyse raisonnée où l'auteur n'a reculé devant aucune des difficultés que présente cette branche de l'anatomie comparée. On ne saurait trop le féliciter d'avoir abordé courageusement ce sujet qui, malgré son importance, est aujourd'hui beaucoup trop négligé.

L'ostéologie et la myologie du Vespertilio murinus intéresseront surtout les anatomistes pour lesquels ce travail sera désormais un guide qu'ils

pourront consulter avec fruit pour se diriger dans leurs recherches et pour éviter des tâtonnements et des efforts inutiles.

L'introduction, qui contient 111 pages intéressera plus directement les zoologistes proprement dits et les gens du monde qui ne s'appliquent pas à scruter le détail même de l'organisation des animaux et se préoccupent surtout des résultats, formulés en peu de mots, que l'anatomiste comparateur en tire à force de travail.

Nous y trouvons des détails fort intéressants sur la synonymie, c'est-à-dire les diverses dénominations par lesquelles sont désignées les chauves-souris en différentes langues, sur les notions que les anciens possédaient touchant ces animaux, sur les différentes classifications qui leur ont été appliquées depuis Linné jusqu'à nos jours, sur les mœurs, l'alimentation, le mode de station, la locomotion, la gestation, la parturition, l'allaitement, la manière dont la mère tient ses petits et les transporte avec elle, la sensibilité cutanée, l'hibernation, l'éducabilité, le parti que l'homme en peut tirer, les parasites qui vivent sur elles, et enfin les chauves-souris fossiles qui fournissent à l'auteur l'occasion de répéter avec M. Van Beneden que la persistance des caractères spécifiques des chauves-souris depuis la période tertiaire n'est pas favorable à la théorie du transformisme.

L'ouvrage de M. Maisonneuve est un des premiers livres qu'a suscités la liberté de l'enseignement ; ce sera pour lui un honneur d'avoir si bien accompli sa tâche.

Edmond Alix
professeur de zoologie à la Faculté des sciences de l'Université catholique de Paris.

IV

Axonometría ó perspectiva axonométrica. Systema general de representacion geométrica que comprende, como casos particulares, las perspectivas caballera y militar, la proyeccion isográfica y otros varios, por Don Eduardo Torroja, catedrático de geometría descriptiva en la Universidad de Madrid. Seccion primera. — Madrid, 1879.

Il y a une infinité de manières de représenter avec exactitude, mais avec plus ou moins de simplicité et d'avantages pratiques, sur des dessins qui n'ont que deux dimensions, les corps qui en ont trois, pourvu que ces corps soient susceptibles d'une définition rigoureuse. M. le professeur Torroja expose, dans son livre, la nature, les avantages et l'emploi d'une de ces méthodes, l'*axonométrie* ou la *perspective axonométrique*.

Après avoir rappelé, dans un premier chapitre, les différents systèmes de représentation graphique usités en géométrie, établi les relations qu'ils ont entre eux et discuté leur usage, il marque à l'*axonométrie* la place qui lui convient, et passe, dans le second chapitre, au problème général qui en est l'objet.

Traçons les coordonnées d'un point A de l'espace par rapport à trois axes *quelconques*, achevons le parallélipipède dont ces coordonnées sont les dimensions, et afin de rattacher toutes ces constructions supposées dans l'espace à d'autres que nous effectuerons dans un plan, projetons toutes ces lignes sur un plan fixe Π par des droites de direction déterminée D, qui ne soient parallèles ni aux plans des coordonnées ni au plan fixe Π ; appelons *coefficient de réduction* d'une droite le rapport entre la longueur de la projection de cette droite et sa longueur absolue, ou, ce qui est la même chose, le rapport des sinus des angles que cette droite et sa projection font avec les droites projetantes : les axes, leurs projections sur le plan fixe Π, leur position relative à ce plan, leurs coefficients de réduction, la direction constante des droites projetantes, les coordonnées du point considéré,... sont autant d'éléments du problème général de l'*axonométrie ;* il comprend l'étude des relations de ces divers éléments entre eux, leur détermination mutuelle, leur construction et, par suite, la construction de la projection sur le plan fixe du point de l'espace auquel ils se rapportent ou, inversement, le retour de la projection au point lui-même. C'est le germe de toute une géométrie descriptive.

Après avoir étudié séparément tous les éléments du problème, l'auteur le résout graphiquement dans tous ses cas particuliers ; il joint à la solution géométrique la solution analytique correspondante chaque fois que celle-ci est de nature à éclairer ou à généraliser la première : c'est la matière du chapitre troisième qui se termine par un tableau numérique des données nécessaires à la résolution du problème axonométrique dans une foule de cas pratiques.

Ce livre se recommande par sa précision et sa simplicité. Il recevra sous peu son complément nécessaire. « La seconde partie, dit l'auteur dans la préface, est sous presse et paraîtra bientôt ; elle contient la résolution en projection axonométrique de tous les problèmes que l'on trouve résolus par les projections orthogonales dans tous les traités de géométrie descriptive ; elle renferme en outre l'étude des changements des plans de projection et de leurs rabattements, les règles à suivre dans le choix du système d'axes le plus convenable dans chaque cas particulier et quelques applications qui mettent en lumière les avantages du système axonométrique sur les autres. »

J. T.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

PHYSIQUE.

—

De l'existence de l'oxygène dans le soleil, par Henry Draper (1). — Dans la séance du 23 juin de cette année, M. Cornu présenta à l'Académie des sciences des épreuves photographiques qu'il tenait de M. H. Draper. Elles présentaient en regard la partie bleue et violette du spectre solaire et le spectre de l'oxygène.

Des raies brillantes de l'oxygène coïncidaient avec des plages brillantes du spectre solaire : et de cette coïncidence assurément très remarquable M. H. Draper concluait à l'existence de l'oxygène dans le soleil.

M. Faye faisait suivre cette communication d'un petit discours que nous reproduisons en entier.

« Je ne puis m'empêcher d'ajouter quelques mots à la brillante communication que l'Académie vient d'entendre. Tout nous porte à croire que la constitution de la photosphère et sa merveilleuse alimentation sont dues à des phénomènes alternatifs de combinaisons chimiques et de dissociation, s'opérant à diverses températures, échelonnées au sein

(1) Un mémoire très court sur cette question avait été publié par M. Draper, en 1877, dans *The American Journal of Science and Arts*, 2e semestre, p. 89. Les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* en avaient donné une traduction en octobre 1877 : t. 85, p. 613.

de la masse du soleil, sous l'influence de mouvements verticaux ascendants et descendants. Telle est du moins l'idée que je me suis faite, par l'étude des taches, du problème que je crois avoir posé dans toute son ampleur. Naturellement, la richesse en oxygène des composés qui constituent l'écorce terrestre, tout en diminuant peu à peu dans sa profondeur, devait faire penser que ce même corps simple devait jouer un rôle analogue sur le soleil ; mais, chose remarquable, l'analyse spectrale venue après coup, n'en donnait nulle trace. En revanche elle accusait, autour de cet astre une vaste atmosphère d'hydrogène presque pur et très raréfié, dont certaines parties, fréquemment entraînées dans les profondeurs, par l'action mécanique des tourbillons solaires, donnent lieu, en remontant, au phénomène des protubérances.

» M. H. Draper est enfin parvenu à retrouver l'oxygène, non dans la chromosphère, mais dans la photosphère elle-même, où il se décèle par des raies lumineuses.

» On dirait que si ce gaz est à l'état de dissociation dans les profondeurs, il est immédiatement absorbé par des combinaisons multiples dans la région et à la température de la surface brillante. Je vois dans ces faits l'espoir d'une confirmation et surtout d'une extension des vues que j'ai émises sur la constitution du soleil ; mais quel que soit le sort que leur réserve le progrès de l'analyse spectrale, j'exprime ici mon admiration pour la découverte de M. Draper et j'espère que ses résultats, si bien confirmés par les épreuves photographiques que notre savant confrère M. Cornu a fait passer sous les yeux de l'Académie, ne tarderont pas à être universellement acceptés par les juges compétents (1). »

M. Henry Draper a lui-même présenté ses épreuves à la Société royale d'astronomie de Londres, le 14 juin, et dans un discours qu'il y a prononcé, il donne sur sa découverte et sur ses procédés d'expérimentation de très intéressants détails (2).

C'est en comparant au spectre solaire le spectre cannelé de l'azote, que l'esprit du savant astronome fut frappé de la coïncidence de raies brillantes appartenant à l'un et à l'autre des deux spectres. C'est alors aussi qu'il résolut de pousser plus loin ses recherches.

A l'époque de ces premiers essais, il étudiait le spectre de l'oxygène, en faisant éclater entre deux électrodes de platine ou de fer, l'étincelle d'une petite bobine d'induction, actionnée par deux couples Bunsen, et en l'analysant à l'aide d'un spectroscope à vision directe de Hofmann. La longueur du spectre ainsi obtenu était d'un demi pouce environ, de G en H. Dans la suite, il eut recours à des sources d'électricité plus puis-

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* — 23 juin 1879. T. 88, p. 1332.

(2) *The Astronomical Register*, july 1879, Meeting of the Royal Astronomical Society.

santes. En ces derniers temps, une forte bobine de Ruhmkorff lui fournissait des étincelles de dix-sept centimètres. La bobine recevait son courant inducteur d'une machine dynamo-électrique de Gramme, dont le pouvoir éclairant était de cinq cents bougies-étalon. On pouvait, sans effort, obtenir de l'appareil, par minute, mille étincelles de dix pouces.

En condensant l'étincelle, par l'introduction dans le circuit de quatorze jarres de Leyde, l'incandescence était assez vive pour permettre l'emploi d'une fente très étroite, d'un prisme très dispersif, et d'un collimateur à long foyer.

Si condensée pourtant que soit l'étincelle, du moment où elle éclate entre deux points aussi distants, elle dévie de la ligne droite, prend une inflexion dont la courbe varie à chaque instant, ou se divise en zig-zag. M. Draper l'oblige à passer dans un sillon, dans une espèce de gouttière, formée par deux lames de glace, qu'il pose parallèlement à la fente du spectroscope ; ou, mieux encore, il intercale entre les extrémités des conducteurs un cube de sel gemme dans lequel on a percé un conduit cylindrique dans lequel ces extrémités s'engagent. Toutes les étincelles sont obligées ainsi de passer devant la fente, à travers l'unique chemin qui leur soit ouvert ; par suite les raies sont plus brillantes et l'intensité lumineuse du spectre plus constante.

Le spectroscope est formé de deux prismes au bisulfure de carbone et d'une lentille objective de 6 pieds 6 pouces de foyer.

Or, bien que le pouvoir éclairant de l'étincelle ne dépasse pas une bougie-type, il a été possible à M. Draper d'obtenir, avec cet appareil, des photographies dans lesquelles l'étendue du spectre, de G en H, était de 8 pouces.

Tel est le procédé employé par M. Draper pour photographier le spectre de l'oxygène. Il avait d'abord recouru à des tubes dans lesquels l'oxygène, enfermé sous pression faible, était amené à l'incandescence par le passage d'un courant induit d'intensité médiocre. Il a préféré en dernier lieu recourir tout simplement à l'oxygène de l'air ambiant, traversé par les puissantes étincelles que nous venons de dire.

Pour amener en regard de ce spectre, sur une même plaque sensibilisée, le spectre du soleil, le dispositif est d'une simplicité extrême. Un rayon solaire est jeté par un héliostat sur un prisme à réflexion totale qui le renvoie, à travers la fente, sur les prismes du spectroscope.

Les deux spectres sont ainsi en regard. Mais les amener en coïncidence n'est pas chose aussi aisée qu'on pourrait se l'imaginer. M. Draper recourt à un moyen terme ingénieux. L'une des électrodes se termine par une pointe en fer, et donne ainsi naissance aux bandes brillantes propres à ce métal. Il est facile alors de retrouver les raies d'absorption correspondantes dans le spectre solaire et d'établir la coïncidence entre les deux spectres.

Les premières photographies ainsi obtenues étaient trop étroites, pour conduire à des conclusions définitives. Lorsque, en 1876, M. Draper crut pouvoir annoncer sa découverte avec assurance, les négatifs avaient deux pouces de G en H, et se prêtaient à un agrandissement de 3 à 5 fois leur longueur.

Depuis lors elles atteignent deux fois la longueur des spectres dessinés par Angström.

L'aspect qu'elles présentent est assez facile à prévoir. Le spectre de l'oxygène n'apparaît pas, comme on le devine, avec la simplicité qu'il montre à l'observation simple d'un tube de Geissler. Il apparaît accompagné du spectre de l'azote (1) et faisant fond au spectre du métal dont sont formées les électrodes de la bobine.

Le spectre du métal est reconnaissable à première vue, par ses raies interrompues et grêles, le spectre de l'azote est connu par une étude antérieure, il est donc possible d'isoler dans l'observation les raies de l'oxygène.

Le spectre solaire, de son côté, apparaît présentant sur un fond lumineux continu des raies d'absorption noires, et des bandes brillantes dont l'intensité fait brusquement saillie sur les couleurs voisines.

Or, l'examen des photographies de M. H. Draper montre, en si grand nombre, des coïncidences entre les raies brillantes du spectre de l'oxygène et ces bandes brillantes du spectre solaire; ces coïncidences sont si indiscutables et si précises, que l'on en a déduit l'existence de l'oxygène dans le soleil.

Ainsi qu'on a pu le voir, cette conclusion a été vivement acceptée par M. Faye. On lui a fait quelque difficulté à la Société royale d'astronomie de Londres. Quelle que soit l'origine de cette opposition, à laquelle des préoccupations extra-scientifiques pourraient ne pas être étrangères, voici le fait sur lequel elle s'appuie :

Les coïncidences ne peuvent être contestées, mais la bande du spectre solaire est toujours notablement plus large que la raie brillante du spectre de l'oxygène : elle déborde celle-ci des deux côtés. De plus, au sein de cette bande brillante apparaît parfois une raie sombre d'absorption. Cette différence d'ampleur, et l'apparition de cette raie sombre ne doivent-elles pas nous défendre d'attribuer à un même rayonnement de l'oxygène deux raies aussi différentes dans les deux spectres? Leurs positions sont en vérité le seul point qui les assimile ; tout le reste les différencie.

(1) Ce n'est pas ici le spectre cannelé de l'azote tel que le produit le passage d'une étincelle à faible tension, mais son spectre discontinu, précis et net, tel que le produit l'étincelle à haute tension, quand une batterie de Leyde intercalée dans le circuit la condense.

Le premier fait, l'élargissement de la bande brillante du spectre solaire, n'a absolument rien d'anormal. Il est connu, en effet, que les raies brillantes d'un gaz, étudié sous pression ordinaire, s'élargissent et se transforment en bandes, parfois assez étendues pour former un spectre continu, quand la pression augmente. Ceci ressortait avec évidence des expériences de Wüllner, Frankland et Cailletet (1).

Voici ce que répond au deuxième fait M. Draper lui-même. « Il est évident que les modifications que subit le spectre solaire, tant de la part de son atmosphère propre, que de l'atmosphère terrestre, doivent modifier également les conditions d'une comparaison faite entre ce spectre et le spectre d'un gaz fourni par notre atmosphère. Je donnerai comme exemple la superposition des raies sombres d'absorption sur les bandes brillantes de l'oxygène. Si la couche gazeuse qui donne naissance au spectre de l'oxygène est plus profonde que la couche où sont suspendues les vapeurs du fer, je ne vois aucun motif pour qu'une raie d'absorption du fer ne puisse tomber sur une bande brillante de l'oxygène. »

M Draper se propose de continuer ses importantes recherches, avec un nouveau spectroscope construit par Alvan-Clark et dont le pouvoir dispersif équivaut à celui de vingt prismes de flint ; il explorera des aires restreintes du soleil : facules, taches, etc., photographiant séparément chaque raie de l'oxygène avec la région correspondante du spectre solaire.

Il est permis de prédire que d'un tel système d'observation et d'expériences, où rien n'est laissé à l'imagination du chercheur, où tout est demandé à l'action fatale et nécessaire de substances inertes sur lesquelles la passion et le préjugé n'ont aucun empire, d'un tel système d'observation la vérité seule, quelle qu'elle soit d'ailleurs, peut sortir et se faire jour.

Ajoutons un dernier détail pour donner une idée du travail que M. Draper s'impose et que représentent ces négatifs précieux soumis à l'examen de nos académies.

Chaque photographie demande quinze minutes d'exposition ; en ajoutant le temps nécessaire à sa préparation et à son développement, on arrive à la demi-heure. Il faut, indépendamment des essais, 30 000

(1) On ne passe pas brusquement d'un spectre linéaire à un spectre continu ; on voit d'abord les raies peu lumineuses à la pression ordinaire s'élargir et se dilater progressivement ; à 15 atmosphères elles paraissent estompées ; à mesure qu'on augmente la pression, elles s'étendent davantage et finissent par remplir complètement les intervalles qui les séparaient ; alors le spectre est continu, et même avec une étincelle d'un tiers de millimètre la lumière est assez vive pour éclairer un vaste laboratoire Cailletet).

étincelles par photographie ; soit 30 000 révolutions de la machine de Gramme.

Durant les trois dernières années, cette machine a fait 20 000 000 de révolutions. Elle est mise en action par un moteur à pétrole qui consume deux gouttes d'huile par coup de piston et qui pourtant est arrivé durant le même temps à en brûler 150 gallons.

N'oublions pas enfin qu'une condition indispensable dans ces recherches, c'est que le soleil brille ; les nuages, comme le dit fort bien M. Draper, « are a fertile source of loss of time (1). »

Sur la température du soleil. — Toujours actuelle et toujours agitée, cette grande question de la température du soleil est encore sans réponse. Comme nous l'avons dit un jour en traitant de l'actinomètre, nous mesurons avec beaucoup d'exactitude et, quel que soit le procédé mis en œuvre, avec une concordance extrême, l'effet produit à la surface du globe par le rayonnement solaire : mais la difficulté commence lorsque de la mesure de cet effet on veut passer à la mesure du rayonnement qui le cause. Trop d'intermédiaires nous échappent. Pour rattacher, vaille que vaille, ces deux phénomènes, nous recourons à deux formules, celle de Newton et celle de Dulong et Petit, mais toutes deux supposent qu'entre la température du corps échauffant et celle du corps échauffé la différence ne dépasse guère 80°. Ce n'est pas certes le cas du soleil et d'une surface quelconque soumise, au niveau de notre atmosphère, à l'action de ses rayons calorifiques.

M. Rosetti, dans un mémoire que l'Académie royale dei Lincei a couronné cette année, s'est proposé « au lieu de violenter les formules pour leur faire dire ce qu'elles ne peuvent pas, d'affronter directement la question, d'établir, par des expériences bien choisies, la loi selon laquelle varie l'intensité du rayonnement lorsque la température change, de déterminer le pouvoir émissif des différents corps sur lesquels on fait les expériences, dans les conditions où ils se trouvent au moment de l'expérience, et, après avoir établi la formule qui exprime le rayonnement, entre les limites des expériences qui ont servi à l'établir, de vérifier si elle correspond également au cas de températures plus élevées, mais bien connues (2). »

(1) Une similitude de nom pourrait faire confondre M. Henry Draper, dont il s'est agi dans cet article, avec M. J. C. Draper, qui vient de publier dans *The American Journal of Science and Arts*, 1878, 1er semestre p. 256, une note sur la présence dans le spectre du soleil de raies sombres d'absorption, correspondant aux raies de l'oxygène.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*. Juin 1879. Sur la température du Soleil. Recherches expérimentales par M. F. Rosetti.

C'est seulement alors, en effet, lorsque cette correspondance existe, qu'on a le droit d'étendre encore au delà l'usage de la formule, et de l'appliquer à la recherche de la température des corps inaccessibles et excessivement chauds, quelle que soit d'ailleurs leur température exacte.

Les instruments de mesure employés par M. Rosetti dans ses recherches étaient une pile thermo-électrique et une boussole à réflexion de Wiedeman.

Les sources rayonnantes ont été successivement, d'abord un cube de Leslie plein d'eau, puis un cube analogue en lames de fer, plein de mercure ; ce qui permit de porter la première série d'expérience jusqu'à 300°.

Dans chacune d'elles M. Rosetti déterminait :

1° La température ambiante ;

2° La température de la face rayonnante ;

3° L'excès de celle-ci sur celle-là ;

4° La déviation de la boussole.

Et il arriva à établir empiriquement la formule suivante :

$$y = aT^2 (T-\Theta) - b (T-\Theta)$$

dans laquelle y représente l'effet thermique produit par le rayonnement, et mesuré avec l'instrument thermométrique, T la température absolue du corps chaud qui rayonne, Θ la température absolue du milieu où est placée la pile, a et b deux coefficients instrumentaux, constants pour un même corps rayonnant, à toutes les températures.

Restait à voir si cette formule, s'adaptant avec une exactitude suffisante de 0° à 300°, le ferait encore à des températures supérieures.

Ici la difficulté se compliquait.

Il fallait pouvoir déterminer avec rigueur la température du corps rayonnant et son pouvoir émissif à cette température. M. Rosetti détermina la première par des procédés calorimétriques ingénieux, dont on devine la disposition. Ingénieuse aussi est la méthode qu'il emploie pour déterminer le pouvoir émissif du corps rayonnant.

Il plonge dans une même flamme non éclairante d'un brûleur Bunsen et dans des conditions identiques, un disque métallique, d'abord à surface nue, ensuite à surface recouverte de noir de fumée.

La flamme, étant constante, communique dans les deux expériences une même température au disque immergé. Comme elle est d'ailleurs diathermane, elle n'oppose aucun obstacle au rayonnement de ce même disque.

Le rapport entre l'effet thermique de ce rayonnement dans le cas du disque nu, et dans le cas du disque noirci, donnait le pouvoir émissif du métal nu dans la flamme.

M. Rosetti arriva ainsi à des températures de 763°, 1260°, 1410°, 1432°, 2236° 2440°, et 2670°, degrés pris sur l'échelle des températures absolues, et toujours la formule donnée s'adapta à l'expérience avec une exactitude suffisante. Après ces épreuves multiples, M. Rosetti croit pouvoir l'appliquer à la recherche de la température du soleil.

Nous ne le suivrons pas pour le moment dans le détail de cette application. Nous espérons y revenir en analysant prochainement un mémoire de M. Violle sur cette même question. Qu'il nous suffise de reproduire ici les conclusions du savant italien.

Il appelle *température effective* du soleil, la température que devrait avoir un corps incandescent de même grandeur et placé à même distance, pour produire le même effet thermique, en supposant à ce corps le pouvoir émissif maximum. Ceci posé: « Je crois, dit-il, pouvoir conclure que la vraie température du soleil ne doit pas être bien différente de la température effective de cet astre, et qu'elle ne doit pas être beaucoup inférieure à 10 000 degrés, si l'on tient compte seulement de l'absorption produite par l'atmosphère terrestre, ni de beaucoup supérieure à 20 000 degrés, si l'on a aussi égard à l'absorption exercée par l'atmosphère solaire, en évaluant celle-ci aux quatre-vingt-huit centièmes du rayonnement total du soleil. »

VICTOR VAN TRICHT, S. J.

PHYSIOLOGIE.

Rôle des organismes vivants dans les fermentations proprement dites. Discussion entre M. Berthelot et M. Pasteur. — On connaît les beaux travaux de M. Berthelot sur la synthèse organique et l'on sait comment il est parvenu à reconstituer, à partir de leurs éléments simples, des substances organiques, telles que l'alcool par exemple, qui, jusqu'à lui, avaient exigé, pour leur formation, le concours soit immédiat, soit au moins médiat des êtres organisés. Lancé dans cette voie, on conçoit qu'il cherche à restreindre, autant que possible, l'intervention des organismes dans les réactions chimiques, et, si le fait de la coopération des êtres vivants est trop patent pour être nié, il est très naturel qu'il relègue cette influence à l'arrière-plan, dans l'espoir inconscient, et quelque peu inconséquent, comme nous le démontrerons plus loin, de pouvoir un jour complètement s'en débarrasser. Telle est l'origine de son opposition aux théories de M. Pasteur

sur la fermentation alcoolique, opposition qui date de loin, mais qui s'est manifestée plus clairement dans une controverse récente, où le ton quelque peu acerbe des combattants a contrasté avec les discussions habituellement si courtoises de l'Académie des sciences.

Le nom de fermentation a d'abord été donné à ces altérations de liquides organiques, accompagnées de dégagement de gaz et de formation d'écume, qui leur donnaient quelque ressemblance avec le bouillonnement d'un liquide soumis à une haute température. Si l'on prend pour type de ces altérations la fermentation du moût de bière, par exemple, il ne sera pas malaisé de voir qu'elles sont provoquées par la présence d'une matière azotée, *la levure de bière* dans le cas actuel, sans que cependant cette dernière semble rien emprunter ni rien céder soit à la matière fermentescible, le *sucre*, soit aux produits de la décomposition, *l'alcool* et *l'acide carbonique*. Ce caractère parut si remarquable et si important qu'il servit bientôt à lui seul de marque distinctive à ce genre de phénomènes, et l'on comprit sous le nom de fermentation toutes les altérations de liquides organiques qui se produisaient par la seule présence d'une matière azotée, le *ferment*, lors même qu'il n'y avait ni dégagement de gaz ni écume formée ; c'est ainsi que la transformation de l'amidon en dextrine et en sucre en présence de la diastase fut aussi considérée comme une fermentation, quoiqu'elle s'accomplisse tranquillement et sans tout ce travail extérieur qui frappe tout d'abord dans la fermentation alcoolique de la bière.

Une étude plus approfondie des phénomènes a fait distinguer deux classes de fermentations, les unes requérant la présence de ferments solides, organisés et *vivants*, telle est la fermentation alcoolique ; les autres pouvant être provoquées par des ferments *solubles*, telle est la fermentation glycosique de l'amidon. La nécessité de conserver vivants les organismes de la levure avait été soupçonnée et prouvée avant les premiers travaux de M. Pasteur, mais ce sont les recherches persévérantes de ce savant qui ont fait évanouir toutes les objections et ont donné à cette proposition force de loi. Aussi le fait n'est plus guère contesté actuellement et l'on considère la fermentation alcoolique comme le résultat de l'action vitale d'un petit organisme globuleux que l'on a baptisé de différents noms, *torula*, *saccharomyces cervisiæ*, *cryptococcus*. De même la transformation des liquides sucrés en acide lactique, acide butyrique, vinaigre, ne se fait pas en dehors de l'action vitale d'organismes microscopiques propres à chacune de ces fermentations. Au contraire, la fermentation glycosique de l'amidon n'exige pas la présence d'un être organisé ; elles se fait grâce à une substance azotée soluble, la *diastase*, qui provient, il est vrai, des plantes en germination, mais qui, isolée, agit en dehors de l'organisme où elle s'est formée.

Quoique, de fait, certaines fermentations requièrent la présence

d'organismes vivants, tandis que d'autres ne la requièrent pas, il est légitime de se demander si cette distinction est tout a fait tranchée, ou si elle ne repose pas peut-être sur l'état imparfait de nos connaissances actuelles ; en d'autres termes, il y a lieu de rechercher si, dans toute fermentation, quelle qu'elle soit, la cause immédiate ne serait point une matière azotée soluble sécrétée par des organismes vivants, la présence actuelle de ces organismes n'étant requise dans certains cas spéciaux que parce que nous ne connaissons pas encore le moyen d'isoler le ferment soluble sécrété par eux. Dans cette hypothèse, il n'y aurait plus qu'un type de fermentation, celui des fermentations à ferment soluble, toutes les différences observées devenant des différences accidentelles. Or, parmi les papiers délaissés par Cl. Bernard, on trouva de nombreuses notes où ce savant avait consigné toute une série de recherches faites par lui pour démontrer le caractère soluble du ferment propre à la fermentation alcoolique elle-même, et parmi les expériences qu'il relate, il en est une où il croit avoir touché le but. Il exprime des grains de raisin mûrs et filtre la liqueur ainsi obtenue : or, après quarante-huit heures, il constate que la liqueur filtrée est plus riche en alcool qu'au début de l'expérience ; cet excès d'alcool ne peut être attribué à un ferment figuré, puisque la liqueur avait été filtrée et que le microscope ne révélait aucune trace d'organisme ; c'était donc un ferment soluble qui, dans ce cas, avait dédoublé une partie du jus de raisin en alcool et acide carbonique.

Deux points réclament ici notre attention : premièrement les notes, dont il s'agit, d'un laconisme plus que télégraphique, n'étaient aucunement destinées à la publicité, et les conclusions qui y sont énoncées, ont toutes un caractère provisoire qui se fait jour à la simple lecture ; ce sont des propositions que Cl. Bernard avait jetées sur le papier dans le but de les vérifier expérimentalement, ce n'étaient point des vérités irréfragables, à l'appui desquelles il pût déjà apporter des expériences concluantes. Il comptait reprendre ses observations, et, dans le cas où il en aurait été satisfait, il les aurait entourées de toutes les garanties possibles avant de les rendre publiques. Il faut remarquer, en second lieu, que Cl. Bernard proposait une théorie beaucoup plus radicale que l'éditeur posthume des notes, M. Berthelot ; non seulement il voulait un ferment soluble, mais ce ferment soluble ne serait point provenu d'organismes microscopiques, il aurait été tout simplement le produit de l'altération du jus de raisin. M. Berthelot, au contraire, ne connaissant point d'exemple de fermentation alcoolique en dehors des ferments organisés constituant la levure de bière, et répugnant cependant à admettre des fermentations sans ferment soluble, avait émis l'hypothèse des organismes microscopiques sécrétant un ferment soluble, cause immédiate de la fermentation : que si ce ferment soluble ne pouvait être isolé, c'était qu'il était con-

sommé au fur et à mesure de sa production. Certes, notre chimiste se fût volontiers rallié aux vues plus radicales de Cl. Bernard, si elles avaient été confirmées par l'expérience ; mais, en attendant, il était prêt à applaudir aux recherches de son ancien collègue de l'Institut, si du moins elles pouvaient servir à prouver qu'un liquide filtré, ne contenant aucune trace d'organisme, était susceptible de présenter les phénomènes de la fermentation alcoolique : car, qu'il y eût ou non, avant la filtration, des cellules de levure sur les grains de raisin, il serait resté vrai que la fermentation alcoolique avait pour cause *immédiate* un ferment soluble.

M. Pasteur tient au contraire que la fermentation est un acte *vital* de la cellule ferment et par conséquent que la fermentation est inséparable de la présence actuelle de cette cellule. Aucun organisme ne vit sans oxygène : la cellule de la levure de bière ne trouvant pas d'oxygène dissous dans le jus de raisin, vit aux dépens de l'oxygène qui se trouve en état de combinaison dans le sucre de ce liquide, et par là provoque la décomposition du sucre en alcool et acide carbonique. Les notes de Cl. Bernard se trouvaient, comme on le voit, en opposition avec cette théorie, et, publiées par M. Berthelot, elles revêtaient de plus le caractère d'une attaque personnelle. M. Pasteur crut donc devoir se défendre, et, selon son habitude, il apporta des faits qui ruinaient de fond en comble les ébauches d'expériences de l'illustre physiologiste (1).

Il regretta, non sans raison, qu'on eût livré à la publicité des notes aussi incomplètes et qui ne pouvaient que faire tache à la gloire d'un ancien confrère. Car quel savant voudrait confier au public des notes rédigées pour son usage personnel, et relatives à des expériences à faire plutôt qu'à des expériences déjà faites? D'ailleurs, jamais Cl. Bernard ne s'était, soit à l'Académie, soit dans ses cours, prononcé contre la théorie de la fermentation alcoolique par des germes organisés; dans les derniers temps même, il avait encore applaudi aux recherches de M. Pasteur : preuve évidente qu'il ne se proposait pas encore de mettre au jour ses propres expériences et qu'il ne leur reconnaissait pas une valeur tout à fait péremptoire. Mais le fait de la publication était là, et M. Pasteur ne pouvait, sans se compromettre lui-même, laisser soupçonner que des recherches, datant de vingt ans déjà et instituées avec le soin le plus scrupuleux, étaient ébranlées par des expériences contraires d'un savant justement respecté. Voici comment il procéda dans sa défense. Déjà depuis longtemps il avait remarqué que, même en plein air, sur les grains de raisin non encore mûrs, il n'existait pas de germes de levure; ces derniers n'apparaissaient qu'avec la maturité. Pour mettre à néant la théorie de Cl. Bernard, il suffisait donc d'empêcher les germes de se

(1) *Comptes rendus*, 25 nov. 1878, LXXXVII, pp. 813 et suiv.

déposer pendant la maturité, et de montrer que le jus, extrait des grains dans ces conditions, était incapable de fermenter. C'était au mois de juillet que la *Revue scientifique* avait publié les observations de Cl. Bernard : il n'y avait pas de temps à perdre sous peine de trouver les grains de raisin déjà mûrs et infestés par conséquent d'organismes vivants. M. Pasteur fait construire promptement quelques serres, se transporte dans le Jura, enferme des pieds de raisin dans ces serres pour les soustraire aux germes répandus dans l'atmosphère et, pour plus de sûreté, revêt un certain nombre de grappes d'une enveloppe de coton chauffée préalablement à 150°. Cette enveloppe est destinée à laisser passer l'air, mais elle le dépouille en même temps de tous les germes qu'il pourrait entraîner avec lui. Ainsi protégés, les raisins traversent les différentes phases de leur maturation. Après maturité complète, l'habile expérimentateur en exprima le jus avec toutes les précautions requises ; par manière de contre-épreuve, il recueillit aussi le jus de quelques grappes laissées intentionnellement hors des serres. Tout se passa suivant ses prévisions : toutes les grappes enfermées préalablement dans les serres, non seulement celles qui avaient été protégées par le coton, mais encore celles qui étaient à nu, donnèrent un liquide où il fut impossible de surprendre la moindre trace de fermentation ; au contraire, le liquide extrait des grappes qui avaient mûri en plein air, se mit à fermenter à la manière ordinaire. La conclusion était facile à tirer : les germes répandus dans l'air sont une condition indispensable de la fermentation, et si le liquide filtré de Cl. Bernard a fermenté, c'est que des germes microscopiques ont passé à travers le filtre.

M. Berthelot (1) se défendit d'avoir voulu attaquer M. Pasteur par la publication des notes de Cl. Bernard. L'influence manifeste exercée par les ferments solubles dans la transformation glycosique de l'amidon, dans l'interversion du sucre de canne en glycose et lévulose et dans d'autres cas analogues, le portait à croire à l'existence d'un ferment soluble dans les autres phénomènes du même ordre et dans la fermentation alcoolique en particulier ; il avait l'espoir que ce ferment, consommé aussitôt que produit dans les conditions ordinaires de la fermentation alcoolique, pourrait peut-être se produire en excès dans des conditions plus favorables et être recueilli ; les expériences de Cl. Bernard, tout incomplètes qu'elles sont, lui avaient paru un premier jalon planté dans cette voie, et c'est ce qui l'avait décidé à les publier. Du reste, il ne se chargeait pas de justifier ces expériences, et par là la controverse, en ce qui regardait l'illustre défunt, avait pris fin. Mais le débat entre les deux champions vivants n'en continua que plus passionné et plus ardent.

(1) *Comptes rendus*, 16 déc. 1878, LXXXVII. pp. 949 et suiv.

M. Pasteur (1) lança à son adversaire un trait qui ne pouvait manquer de le piquer au vif : il lui reprocha d'adopter une théorie dont tout l'appui était trois hypothèses purement gratuites, à savoir l'existence problématique d'un ferment soluble dans la fermentation alcoolique, l'égalité tout aussi problématique de la production et de la consommation de ce ferment dans les conditions ordinaires, enfin la possibilité, problématique encore, de conditions où la production l'emportant sur la consommation, le ferment pourrait être recueilli. Impatient d'une telle accusation, M. Berthelot (2) nia avec beaucoup de hauteur qu'il admît gratuitement son ferment soluble : dans la fermentation glycosique de l'amidon, dans l'interversion du sucre de canne, dans le dédoublement des graisses en glycérine et acides gras, dans vingt autres cas d'altérations de matières organiques, on retrouve l'action des ferments solubles ; pourquoi, seules, la fermentation alcoolique et deux ou trois autres échapperaient-elles à cette loi ? A cette réponse, M. Pasteur (3) opposa que les cas de ferments solubles, cités par son adversaire, n'étaient point des cas de fermentation proprement dite, mais des hydratations. Il en est en réalité ainsi dans la conversion de l'amidon en sucre, où il y a simplement fixation d'eau sans aucun dédoublement. Mais dans le cas des graisses, il y a dédoublement sous l'action du ferment pancréatique, et l'on ne voit point comment la fin de non recevoir, opposée par le défenseur des germes, pouvait s'adapter à ce nouvel exemple. Aussi M. Berthelot (4), triomphant, fit-il ressortir la pétition de principe dont on se rendait coupable, dès qu'on n'admettait sous le nom de fermentations proprement dites que celles qui s'accomplissent en présence des organismes vivants. A la question : Pourquoi les fermentations proprement dites ne peuvent-elles être provoquées par des ferments solubles, M. Pasteur, selon M. Berthelot, répondait naïvement : Parce que j'entends par fermentations proprement dites uniquement celles qui exigent le concours des organismes vivants. M. Pasteur avait, il faut le dire, par le peu de précision de son langage, prêté le flanc à l'attaque ; mais s'il avait tort d'abuser du mot d'hydratation, il

(1) *Comptes rendus*, 30 déc. 1878, LXXXVII, pp. 1053 et suiv. — Dans une discussion poursuivie pendant plus de deux mois, les mêmes arguments ont plus d'une fois provoqué les mêmes réponses. Aussi nous ne citons en note que les séances où les raisons apportées de part et d'autre ont été développées avec plus de soin par leurs auteurs. De plus nous avons sans trop de scrupule interverti l'ordre chronologique, quand la clarté de l'exposition semblait l'exiger.

(2) *Ibid.*, 16 déc 1878, LXXXVII, pp. 949 et suiv.

(3) *Ibid.*, 30 déc. 1878, LXXXVII, pp. 1053 et suiv.

(4) *Ibid.*, 20 janv. 1879, LXXXVIII, pp. 103 et suiv.

nous semble que la raison apportée par lui pour distinguer dans sa classification les fermentations proprement dites ou fermentations à ferments *figurés*, des autres réactions plus ou moins semblables est pleinement convaincante. Peu importe (1) en effet qu'on arrive plus tard, par l'emploi des ferments solubles ou même par la simple application de l'électricité, à dédoubler le sucre en alcool et acide carbonique, la classification proposée n'en aura pas moins sa raison d'être ; car ce ne sont point les termes extrêmes de la réaction, mais le procédé de dédoublement, qui caractérise les fermentations proprement dites et les différencie des autres modes d'altération des matières organiques. Dans la fermentation alcoolique, par exemple, ce qui constitue le fond du phénomène, ce n'est point le simple fait du dédoublement du sucre, mais c'est que ce dédoublement s'opère par une action vitale de certains organismes privés d'air et forcés, à défaut d'oxygène dissous, d'emprunter de l'oxygène combiné à certaines substances organiques dont ils provoquent ainsi la décomposition. Cette hypothèse de la décomposition s'effectuant pour satisfaire les exigences d'un organisme vivant reçoit une nouvelle confirmation du fait que le sucre est une substance *explosible*, c'est-à-dire, qu'en se décomposant, loin d'absorber la chaleur comme la plupart des autres substances, il en dégage au contraire; la décomposition a donc pour l'organisme le précieux avantage de lui fournir le calorique nécessaire à l'exercice de ses fonctions vitales.

M. Berthelot (2) crut trouver, dans cette explication, une occasion de rétorquer l'accusation dirigée précédemment contre lui. Vous m'avez reproché, dit-il à son collègue, de faire des hypothèses gratuites; les vôtres ne le sont pas moins. Car si la levure emprunte de l'oxygène au sucre, comment expliquer que l'on retrouve dans l'alcool et l'acide carbonique, équivalent pour équivalent, les éléments simples constituant le sucre? On devrait évidemment retrouver des produits moins oxygénés, de l'oxyde de carbone (CO) par exemple au lieu d'acide carbonique (CO^2), ou de l'hydrure d'éthylène (C^2H^6) au lieu d'alcool (C^2H^6O). D'un autre côté la levure, après la fermentation, devrait s'être enrichie en oxygène; or, on ne constate rien de semblable; et si la levure semble acquérir quelque chose, c'est au contraire de l'hydrogène. Quant à la chaleur, on ne voit point que la levure ait besoin de l'énorme quantité de chaleur qui se dégage dans la fermentation ; car, en supposant même avec M. Pasteur qu'elle s'assimile du sucre, la petite portion qu'elle incorporerait suffirait à lui donner, et au delà, le calorique voulu, puisque le sucre,

(1) *Ibid.*, 30 déc. 1878, LXXXVII, pp. 1053 et suiv.

(2) *Ibid.*, 16 déc. 1878, 6 janv-20 janv., 3 fév. 1879., LXXXVII. pp. 949 et suiv., LXXXVIII. pp. 18 et suiv., 103 et suiv., 197 et suiv.

en se transformant dans le tissu de la levure, dégage de la chaleur ; dès lors à quoi sert la décomposition ultérieure de cette quantité relativement considérable de sucre, qui se dédouble sans être assimilée par la levure.

M. Pasteur (1) n'eut pas de peine à résoudre ces objections. Ce n'est pas gratuitement qu'il suppose la levure empruntant de l'oxygène au sucre ; la levure, en effet, est excessivement avide de ce gaz, et la preuve en est dans la rapidité avec laquelle elle absorbe l'oxygène dissous quand elle en a à sa portée. Quant à l'explication du fait, que l'alcool et l'acide carbonique de la décomposition reproduisent à peu près, poids pour poids, le sucre d'où ils proviennent, et qu'on ne trouve point une augmentation d'oxygène dans la levure, en admettant même ce point comme tout à fait exact et complètement démontré, il ne se trouverait là rien d'étrange, car si la levure fixe de l'oxygène, il est très naturel qu'elle le rende ensuite sous forme d'acide carbonique ; c'est ce qui s'observe chez tous les êtres vivants. Grâce à cette simple remarque, on voit pourquoi il n'y a pas absorption sensible d'oxygène par la levure, ni diminution apparente d'acide carbonique dans les produits de décomposition. Nous disons *sensible* et *apparente*, car de fait, comme nous le verrons, la levure retient, aux dépens du sucre, des quantités, très faibles il est vrai, d'oxygène, de carbone et d'hydrogène.

Pour ce qui regarde la chaleur, c'est se tromper grossièrement, quand il s'agit d'êtres vivants, de la calculer en prenant pour uniques données du problème, l'état initial et l'état final de combinaison des éléments simples assimilés par l'organisme. En supposant même qu'il ne fallût point de chaleur étrangère pour pouvoir réaliser le changement d'état et constituer les cellules au moyen du sucre, il faut du calorique, et en grande quantité, pour rendre raison de l'activité vitale dégagée par la cellule pendant son existence : c'est ainsi que, s'il s'agit de calculer la quantité de charbon nécessaire à une locomotive, on ne se contente point de rechercher combien en réclame la construction de la machine, on estime encore la quantité requise pour la mettre en mouvement, lui conserver sa vitesse et la maintenir sous pression ; qui ne sait que cette dernière quantité est supérieure , et de loin, à celle dépensée pour fabriquer l'engin? La négliger ce serait, en ne tenant point compte de quantités très grandes à côté de quantités très petites, faire exactement le contraire de ce qui est licite dans le calcul des approximations.

Il nous semble que les raisons développées par M. Pasteur sont de nature à être acceptées par tout esprit non prévenu. L'influence de la levure sur la fermentation alcoolique est un fait reconnu par M. Berthelot lui-même : cette influence doit être ou bien immédiate, c'est l'opinion

(1) *Comptes-rendus*, 13 janv., 10 fév. 1879, LXXXVIII, pp. 58 et suiv., 255 et suiv.

de M. Pasteur, ou bien médiate, c'est l'hypothèse de M. Berthelot. Mais pour admettre une action médiate, lorsque l'existence de l'agent intermédiaire n'a jamais pu être directement constatée, ce qui est le cas du ferment soluble de M. Berthelot, il faut évidemment des raisons graves. Or quelle est la raison apportée par ce dernier chimiste ? C'est l'analogie existant entre la fermentation alcoolique et un certain nombre d'autres phénomènes qui, eux, s'accomplissent sous l'influence de ferments solubles. Mais que prouve cette analogie ? Tout au plus que la fermentation alcoolique pourra se faire un jour sous l'influence d'un ferment soluble, mais non point que la fermentation alcoolique ne peut être réalisée par un autre procédé. L'unité de procédé est loin d'être un axiome scientifique, et les phénomènes cités par M. Berthelot nous offrent précisément un exemple de procédés multiples conduisant à un même résultat ; car ce que l'on obtient avec les ferments solubles, on peut aussi l'obtenir avec les acides minéraux étendus : l'amidon, qui se convertit en sucre en présence de la diastase, subit la même transformation lorsqu'on l'attaque par l'acide sulfurique étendu. Or le chimiste que nous combattons a-t-il jamais songé à réduire ces deux procédés à un seul ? A-t-il jamais avancé ou bien que l'action des ferments solubles était une action médiate s'exerçant par des acides minéraux hypothétiques, ou bien que les acides exerçaient leur influence grâce à des ferments solubles aussitôt consommés que produits ? L'analogie de la fermentation alcoolique avec les altérations produites par les ferments solubles n'est donc point une raison péremptoire. Mais cette analogie elle-même est-elle bien démontrée ? Ce qui caractérise les fermentations à ferments solubles, c'est l'équation parfaite existant entre la matière fermentescible et les produits de la réaction : on retrouve, en effet, dans les produits de la réaction, poids pour poids, les éléments simples entrant primitivement dans la matière fermentescible ; or dans la fermentation alcoolique, il n'en va pas de même. Il est en effet constaté que, dans un milieu sucré pur, la levure se développe et assimile du carbone ; ce carbone évidemment n'a pu être emprunté qu'au sucre et dès lors la matière fermentescible n'a pu se transformer intégralement en alcool et acide carbonique ; aussi M. Pasteur rectifiant, par une analyse plus délicate les résultats de Lavoisier et de Gay Lussac, a montré que la réaction était beaucoup plus complexe et que le sucre cédait 1 pour cent à la levure.

De plus la théorie de l'action médiate pèche par inconséquence. M. Berthelot trouve de la difficulté à ce que la cellule vivante décompose le sucre, il n'en trouve pas à ce qu'elle sécrète le ferment ; est-ce bien logique ? Le raisonnement qu'il emploie pour dénier à la cellule vitale la faculté de provoquer le dédoublement du sucre est le suivant : le dédoublement du sucre est une opération analogue à plusieurs autres qui se font à l'aide des ferments solubles ; donc ce dédoublement s'opère par un

ferment soluble. Or on peut dire également : le ferment soluble est une substance analogue à plusieurs autres composés azotés produits, en dehors de l'action des êtres organisés, par les seules réactions chimiques ordinaires ; donc le ferment soluble n'est pas produit par les cellules de la levure. Et de fait, si l'on se met sur le pied de dénier aux organismes la faculté d'opérer aucune des réactions qu'on a l'espoir légitime de réaliser directement en dehors des êtres vivants, il vaut tout autant dire que les organismes sont inertes au point de vue chimique ; car en présence des progrès de la synthèse, il ne semble guère douteux qu'on ne parvienne un jour à composer de toutes pièces les ferments solubles, par exemple, aussi bien qu'on l'a fait pour l'urée et d'autres substances azotées. Or, qui voudrait aller à cette extrémité et soutenir ce paradoxe que la matière, active lorsqu'elle est brute, perde tout d'un coup son activité chimique lorsqu'elle est arrangée en un organisme ? Pourquoi en un mot un être organisé ne pourrait-il ce que peut un ferment soluble ?

L'action médiate de la levure n'étant guère probable, il ne reste plus que l'action immédiate, qui a d'ailleurs pour elle, comme nous l'avons expliqué plus haut, l'avidité de la levure pour l'oxygène, et le besoin qu'elle a de chaleur pour le jeu régulier de ses fonctions vitales. Jusqu'à ce que le ferment soluble devienne moins hypothétique, nous croyons donc devoir nous rallier à l'opinion du savant chimiste qui s'est constitué le champion des germes organisés.

G. H.

GÉOGRAPHIE.

Europe. — Dans la séance de l'Académie des sciences de Paris du 7 juillet de cette année, il a été donné lecture de deux lettres extrêmement intéressantes sur la dernière éruption de l'Etna ; elles étaient adressées à M. Dumas, l'une par M. H. de Saussure, l'autre par M. Fouqué, professeur au Collège de France, envoyés en mission pour étudier le phénomène. Nous en reproduisons ici les détails les plus curieux.

Voici d'abord la lettre de M. Fouqué, datée de Catane, 30 juin 1879.

« Lorsque je suis arrivé à l'Etna, l'éruption pouvait être considérée comme terminée ; l'écoulement de la lave et les explosions avaient cessé. Cependant des phénomènes secondaires intéressants se produisaient en-

core; des fumerolles à des températures diverses se dégageaient en différents endroits, et en deux points notamment, on pouvait observer des laves incandescentes revêtues d'un dépôt de chlorure de sodium fondu.

» En compagnie du professeur Silvestri, de Catane et d'un ancien élève de l'École centrale, M. Bréon, qui depuis deux ans s'occupe de minéralogie microscopique, j'ai passé plusieurs jours sur le lieu de l'éruption, étudiant toutes ces émanations, recueillant les gaz, condensant les vapeurs et déterminant approximativement leur composition. Je dois dire immédiatement que ces études n'ont offert aucune particularité nouvelle; mais elles confirment pleinement les observations antérieures faites par M. Ch. Sainte-Claire-Deville et par moi à l'occasion d'autres éruptions.

» La partie la plus intéressante de nos études se rattache à l'examen des phénomènes mécaniques de l'éruption nouvelle.

» Dans la soirée du 26 mai, après quelques légères secousses de tremblement de terre, l'Etna s'est fendu sur une longueur de dix kilomètres. La fissure, légèrement sinueuse, passe par le cratère central, descend d'une part au S.-S.-O. vers Biancavilla et d'autre part s'étend au N.-N.-E. vers Mojo Tantôt elle est représentée par une ouverture à parois abruptes de 4 à 5 mètres de large, tantôt sa trace est désignée par des crevasses parallèles, étroites et nombreuses. Enfin, les points de cette fissure les plus largement ouverts correspondent aux cratères de nouvelle formation et aux bouches d'émission des laves.

» L'ouverture de la fissure s'est faite simultanément des deux côtés opposés de la montagne. Du côté S.-O., elle s'est particulièrement manifestée entre deux points compris entre des niveaux de 1650 et 1500 mètres d'altitude. Du côté N.-N.-E. sa portion la plus béante est comprise entre 2200 et 1600 mètres d'altitude. Ces différences de niveau font : 1° que la portion médiane de la fissure correspondant au cratère central de l'Etna élevé de 3320 mètres, n'a rejeté que de la vapeur d'eau et des cendres fines ; 2° que la partie S.-S.-O. a pu exhaler des gaz en abondance, projeter des bombes volcaniques et même émettre des laves dès le début de l'éruption, mais que l'écoulement de la matière fondue y a cessé rapidement, tandis que l'activité volcanique semblait se concentrer du côté opposé de la montagne; 3° enfin il résulte encore de ce fait que sur le flanc N.-N.-E. la portion supérieure de la fissure a donné lieu spécialement à d'effrayantes explosions avec développement de larges cratères, tandis que la portion inférieure était le siège d'une abondante émission de lave.

» L'étendue considérable de la fissure facilitant la sortie immédiate des matières éruptives, on comprend que l'éruption ait été de courte durée (onze jours en tout). La sortie rapide et brusque de tous les matériaux éruptifs fait que, même dans les points inférieurs de la fis-

sure , l'émission de la lave a été accompagnée de violents dégagements de gaz. Il en est résulté des projections de scories légères, filamenteuses ou spongieuses, et de bombes volcaniques creusées d'une cavité intérieure à parois caverneuses.

» Les laves épanchées dans la direction de Mojo ont formé un courant de 11 kilomètres de long, étroit dans sa partie supérieure, mais large de 500 à 600 mètres dans sa partie basse. Les désastres ont été considérables ; ils l'eussent été bien plus si la lave ne s'était pas arrêtée à une petite distance de la rivière Alcantara.

» En somme, l'éruption a donné naissance, au S.-S.-O., à une fissure munie seulement de quelques petites ouvertures cratériformes et de quelques petites ouvertures d'émission de lave peu développées ; mais du coté N.-N.-E., il existe des cratères distincts, parmi lesquels deux sont remarquables par leurs énormes dimensions. Ils ont environ 200 mètres de diamètre et 80 mètres de profondeur. Leur fond est à un niveau un peu plus bas que l'ancien sol, et leurs parois, composées de débris projetés s'elèvent sous la forme d'un vaste amas conique.

» Les principales bouches d'émission des laves au nombre de douze et situées plus bas, sont pour la plupart entourées d'un cône formé par des lambeaux de la matière fondue qu'elles ont projetée. Plusieurs sont béantes du côté par lequel elles ont déversé la lave ; d'autres sont complètement coupées de part en part en leur milieu par suite du passage du flot incandescent qui les traversait.

» Il me semble que l'on peut considérer l'éruption nouvelle comme le type d'une grande manifestation volcanique, aussi bien sous le rapport de ses émanations qu'au point de vue des phénomènes mécaniques qui l'ont signalée. »

La note de M. H. de Saussure est extrêmement complète, nous devons nous borner, faute de place, à en donner des extraits.

« La coulée inférieure de beaucoup la plus considérable, paraît avoir fait éruption le 28 mai. Aussitôt que les laves eurent trouvé cette issue plus basse, elles cessèrent de se déverser dans les régions supérieures.

» Les laves des deux coulées supérieures se sont répandues par dessus des champs de neige. Elles n'ont fondu qu'une partie de cette neige, dont l'épaisseur était de plusieurs mètres. Les masses incandescentes, en se mêlant à l'eau en fusion et à la cendre, qui tombait en abondance, ont produit une sorte de bouillie moitié ignée, moitié boueuse. C'est là l'explication de la couche de boue sèche qui recouvre ces nappes de la lave ainsi que tous les blocs dont elles sont chargées.

» Le 14 juin, la lave, bien que reposant sur un ou plusieurs mètres de neige, était encore fort chaude à sa surface et incandescente dans son épaisseur. La neige partout où on l'apercevait à travers les failles de

lave, ne paraissait pas subir l'action d'une forte chaleur. Elle semblait, au contraire, efficacement protégée contre le rayonnement du feu par le plancher refroidi de la nappe de lave, et il arrivait de rencontrer une épaisse tranche de neige presque à côté d'une bouche qui projetait encore des scories....

» Les fumerolles sont moins nombreuses sur les laves de l'Etna qu'elles ne l'étaient sur les laves du Vésuve en 1872. Il n'y en a que fort peu qui émettent des vapeurs sulfureuses et je suppose que celles-là s'échappent des cheminées profondes. L'acide carbonique et l'acide hydrochlorique dominent ; mais les chimistes y découvriront encore d'autres vapeurs, car l'odeur, fort différente de celles des fumerolles du Vésuve, rappelle un peu celle du bois vert calciné, sans que la cause puisse en être attribuée d'aucune façon à des végétaux brûlés, puisque cette odeur se retrouve dans les fumerolles des laves situées au-dessus des limites de la végétation et dans celles du bord du cratère principal. .....Le sel marin, si abondant au Vésuve, l'est ici fort peu, mais l'action prolongée des fumerolles pourra en augmenter la quantité. Les efflorescences se développent avec le temps ; entre le 6 et le 14 juin elles ne faisaient encore que de commencer.

» Sur les cônes encore incandescents on voyait comme toujours, se déposer beaucoup d'efflorescences jaunes, formées principalement de perchlorure de fer. Par places elles prenaient une couleur verdâtre qui indiquait la présence du chlorure de fer (et de cuivre ?).

» La nature minéralogique des laves qui se solidifient aujourd'hui paraît être la même que celle de toutes les laves de l'Etna datant de ce siècle. Elles se composent d'une pâte augitique enchâssant de petits cristaux de feldspath plagioclase.

» Les nappes de neige qui s'étendent au-dessous de la coulée supérieure, ont été traversées par des milliers de petits jets gazeux qui ont déposé sur cette surface une infinité de nodules composés d'efflorescences jaunes, où domine le perchlorure de fer. D'autres jets plus considérables et très nombreux ont délayé les cendres subjacentes et les ont entraînées au travers des neiges pour former à la surface de celles-ci des plaques de boue acide chargées d'efflorescences diverses. Le 14 juin ces plaques de 40 centimètres à 1 mètre de diamètre étaient à demi desséchées. Plusieurs avaient été crevées et soulevées par de nouveaux jets de vapeur. La neige est sur des étendues variables toute parsemée de ces plaques de boue éruptive, disséminées à quelques mètres les unes des autres. »

Des courants de boue ont fait éruption en grand nombre sur tout le parcours du cône central. Voici de quelle manière M. de Saussure en explique l'origine : « Le sommet de la montagne, avant l'éruption, était couvert de neige. Durant l'éruption, tout le cône a été pénétré de va-

peurs qui, en venant se condenser sous ce manteau neigeux, l'ont fondu peu à peu. L'enveloppe du cône, composée exclusivement de cendres mêlées de pierres (éminemment poreuse par conséquent,) s'imprègne ainsi d'une masse d'eau qui doit tendre de plus en plus à s'amasser au bas des pentes. Lorsque la surcharge du liquide devient trop forte, elle emporte le bas des talus et fait irruption sous la forme de torrents de boue très violents et très rapides, qui se répandent sur les pentes faisant suite à celle du cône et jusque dans le *Val del Bove.* »

Dans les livraisons 3 et 4 du *Bulletin* de la Société de Géographie de Budapest, pages 109 et 180, le Dr Alexandre Márki a donné un relevé des ouvrages de géographie publiés en langue hongroise de 1874 à 1878 inclus. Pendant ces cinq années, sur environ 5000 livres parus, 200 soit 4 pour cent ont trait à notre science ; la proportion est bien petite, surtout si l'on songe que ce nombre comprend les ouvrages destinés exclusivement aux écoles. Cent un de ces ouvrages, dont 10 cartes, sont consacrés à la patrie hongroise.

Les travaux de desséchement des marais de Pinsk avancent rapidement ; le général-major Jilinsky est chargé de leur direction. Au commencement de septembre, le desséchement de toute la partie orientale du Polésié entre le Dniéper et le Pripet était achevé sur un espace de 1 500 000 déciatines (1 640 000 hectares). 735 verstes (747 kilom.) de canaux ont été creusés dans le Polésié entre les marais de Pinsk; on a construit 38 ponts, établi 106 verstes (107 kilom.) de routes, créé 20 réservoirs, fondé 4 observatoires météorologiques et enfin nivelé vingt mille verstes de terrain. En 1880 on desséchera encore un million de déciatines.

Asie. — La situation actuelle de la Chine est caractérisée par une tendance de plus en plus prononcée des Chinois à lutter avec les étrangers, dans toutes les branches de commerce que ces derniers sont venus exploiter chez eux. Maîtres en grande partie du commerce de détail des marchandises étrangères, dans les ports ouverts aux Européens, concourant largement à la répartition de ces marchandises entre les différents ports du pays, les Chinois en sont arrivés à acquérir la prépondérance dans les transports le long de leurs côtes, d'où ils ont presque complètetement écarté le pavillon américain ; et on les voit aujourd'hui entreprendre des affaires d'assurances maritimes.

Il existe en effet, en Chine, un assez grand nombre de compagnies d'assurances étrangères, dont le commerce chinois proprement dit alimente principalement les opérations; cet état de choses a appelé la con-

currence indigène. Une compagnie chinoise vient de se former à Hong Kong. Elle établira des agences dans les ports où elle le jugera nécessaire, et sera administrée à l'instar des compagnies européennes et américaines. Son capital est de 400 000 taëls, soit environ 2 800 000 francs. Ce n'est pas, on le voit, une affaire bien importante ; mais telle qu'elle est, c'est un commencement, et, à ce titre la formation de cette nouvelle société offre un certain intérêt.

D'après les documents de l'administration des douanes européo-chinoises, le commerce de la Chine a donné, en 1876, les résultats suivants, dans les ports ouverts aux étrangers :

Importations,	fr.	543 655 644
Exportations,	fr.	607 187 345
	fr.	1 150 842 989

Le total de l'année 1875 ayant été fr. 1 086 250 826, il y a donc eu, en 1876, une augmentatton de fr. 64 592 163.

Le *Daily News* publie une dépêche de Saint-Pétersbourg, 16 septembre, assurant de bonne source que le traité qui rend Kouldja à la Chine a été signé. Voici cette dépêche : « D'après ce qui se dit, la question de Kouldja a été réglée de la manière suivante : La Chine aura la partie septentrionale de la province, et la Russie la partie méridionale, avec la route conduisant à Kachgar à travers la montagne. La Chine payera cinq millions de roubles, dont trois et demi pour dommages-intérêts en faveur des sujets russes. La frontière occidentale de la Mongolie serait fixée de telle façon que le cours supérieur de l'Irtitch, y compris le lac Dzaisant ferait partie des possessions russes.»

Afrique. — Une très intéressante conférence a été faite à la Société géographique de Lisbonne par M. Otto Schütt qui est de retour d'un voyage dans l'Afrique centrale entrepris aux frais de la Société géographique de Berlin. Bien qu'il n'ait pu pénétrer jusqu'à l'embouchure du Cassaï, ce qui était le but de son voyage, il a fait des découvertes fort importantes, et rapporte des renseignements nouveaux et de premier ordre sur l'hydrographie si compliquée du bassin du Congo. Il a découvert divers affluents inconnus de ce fleuve. Il a déterminé le cours du Cassaï depuis le 8e parallèle sud jusqu'au 6e environ, dans une région inexplorée avant lui. Le Cassaï porte depuis le 8e degré jusqu'au 4e le nom

de Zaïre que les anciennes relations attribuaient au Congo même.

Le lac Sankorra de Cameron, situé par le 5e degré, est appelé Mucaruba par les indigènes. Au sud de ce lac habite une race de pygmées, et sur les bords du Quango et du Cassaï les Nègres sont anthropophages.

Le voyageur n'était plus qu'à deux journées des chutes gigantesques du Cassaï ou Zaïre, lorsqu'il fut arrêté par les rois de Lébé, Maï et Muata Musevo, qui l'empêchèrent d'aller plus loin. Le dernier de ces princes est fils de Muata Yanvo, qui arrêta Pogge il y a trois ans. M. Schütt retourna alors à Loanda d'où il est revenu en Europe.

L'abbé Debaize, qui se trouvait le 2 avril à Oudjidji, est parti pour le nord du Tanganyika. Il se propose d'explorer les contrées à l'ouest de l'Albert Nyanza, après avoir établi auparavant deux dépôts, l'un dans le pays d'Ouzighé et l'autre à l'embouchure de l'Aruwini, c'est-à-dire, près de l'endroit où Stanley eut à soutenir un combat naval contre toute une flotte

Nous avons souvent préconisé l'emploi des éléphants dans les explorations africaines. La Commission internationale en commence l'essai. Le roi Léopold II lui a fait don de quatre de ces animaux, qu'il a fait acheter dans l'Inde, et qui ont été heureusement débarqués en Afrique.

La nouvelle expédition, composée de MM. Popelin, Dutalis et Van den Heuvel, a dû se mettre en route le 10 juillet.

M. Cambier se trouvait à la fin d'août à Ougounda, au sud de Tabora ; ses porteurs et son escorte avaient déserté, et il était en train de réorganiser sa nouvelle caravane.

M. Dutrieux annonce son retour de l'Afrique. Il comptait arriver à la fin de septembre à Zanzibar, d'où il s'embarquerait pour le Caire. Après s'y être reposé pendant quelques jours, il espérait être de retour en Belgique à la fin d'octobre.

C'est de Mgoundo Mkali que sont datées les dernières nouvelles de M. Dutrieux ; il s'y trouvait le 1er août ; il craignait beaucoup d'être attaqué dans ces parages par la tribu des Rouga Rougas ; heureusement, il ne l'a pas été, mais il avait encore à redouter un ennemi plus terrible, la fièvre, contre laquelle il a eu à lutter plusieurs fois déjà. Espérons que l'aventureux et vaillant Tournaisien aura échappé cette fois encore à ses atteintes, et qu'il est en ce moment sain et sauf à Zanzibar.

Dans un article publié par le *Grahamstown Journal* du 30 avril dernier, le savant Dr Emile Holub, — qui a passé sept ans dans l'Afrique méridionale — entre dans d'intéressants détails sur les éléphants, dont il existerait, dans ce pays, trois races différentes.

La première, la plus commune, est nommé *holkop* par les Boers : elle est de taille moyenne, a la tête large, et ses défenses pèsent rarement plus de 70 à 80 livres. La seconde race est très répandue au centre du pays, mais se voit rarement au sud du Zambèse. Elle est petite, mais a des défenses droites et lourdes dont le poids va jusqu'à cent livres. La troisième race porte chez les Boers le nom de Zou-lah. On la rencontre par petites troupes dans le bassin du Limpopo, et aussi au nord du Zambèse. Les éléphants de cette race sont les plus grands de l'Afrique méridionale ; mais leurs défenses fortement recourbées n'atteignent qu'un poids de 30 livres au plus.

La livraison de juillet des *Proceedings* de la Société géographique de Londres, publie un travail très interessant et très complet de Keith Johnston, sur les routes suivies par les indigènes entre Dar-es-Salum et le Nyassa. Les pluies et les inondations ont retardé le départ des explorateurs anglais jusqu'au 13 mai. Le 23 du même mois, ils étaient arrivés à Berobero, à 130 milles de la côte, lorsque Keith Johnston succomba à une attaque de dyssenterie. Ce malheur toutefois n'interrompra pas l'expédition. D'après les arrangements pris par le comité de l'*Africa exploration fund*, la succession au commandement appartenait au savant géologue Thompson.

Les *Mittheilungen* d'août donnent, d'après une lettre datée de Khartoum 28 mai, les nouvelles suivantes du haut Nil. Une barre formée de plantes accumulées a complètement fermé le cours du Nil blanc au-dessus du Bahr el Gazal. Depuis neuf mois on est sans nouvelles d'Emin-Bey. On travaille activement à rétablir les communications. Un ingénieur anglais qui a été sur les lieux dit que le limon du Nil arrêté par les plantes accumulées y a formé une croûte épaisse de huit pieds qu'il s'agit de percer. La percée est déjà faite sur une étendue de vingt et un milles (34 kilomètres), mais on est loin d'avoir fini. On se propose d'établir un service de poste sur la rive gauche du fleuve, afin d'avoir des nouvelles d'Emin-Bey.

Amérique.— Malgré la substitution de plus en plus fréquente du fer au bois dans les constructions, l'augmentation de l'usage de la houille et de l'huile minérale comme combustible, les forêts dans le monde entier, dit le journal anglais *Iron*, diminuent rapidement. Beaucoup sont abattues pour le seul plaisir de détruire, et ce fait se produit surtout dans les pays nouveaux.

Aux États-Unis, vingt millions d'habitants vivent dans des maisons de bois, et d'immenses quantités de bois de charpente de premier ordre

sont détruits uniquement pour mettre le sol en culture. Malheureusement aussi, les espèces forestières qui ont le plus de prix et qui croissent le plus lentement sont celles qui occupent le sol le plus fertile et le plus propre à la production du blé. Jamais le colon ne songe à conserver, dans les terrains qui forment son domaine, des parties de futaie et encore moins à les replanter.

Il en résulte que dans l'Amérique du Nord, qui à l'époque de la découverte était couverte de la verdure des bois presque d'une mer à l'autre, il a fallu prendre des mesures contre l'exploitation illimitée des forêts et que dans quelques États le reboisement a été encouragé par des récompenses pécuniaires.

Les splendides forêts de pins de la Nevada, dont les plus grands arbres demandent des siècles pour arriver à la maturité et exercent une si grande influence sur le climat que, sans eux, la contrée deviendrait sans aucun doute un désert stérile, ces superbes forêts sont en danger d'être détruites par l'imprévoyance et la cupidité des habitants. L'effet de cette destruction en masse devient apparent par le fréquent retour de périodes d'excessive sécheresse, et le desséchement des lacs et des rivières.

Le Mexique est traversé de l'océan Pacifique à l'océan Atlantique par une chaîne de puissants volcans. Le plus occidental est celui de Colima situé sur les limites des états de Colima et de Jalisco, non loin de l'océan Pacifique ; sa cime est toujours entourée d'un panache de fumée et de cendres. Puis vient le Jorullo, dans l'état de Mechoacan, au sud de Morelia (Valladolid). Celui-ci se forma brusquement en 1759, après de violents tremblements de terre qui avaient duré depuis le mois de juin jusqu'au mois de septembre. On vit alors, à la suite de terribles secousses, le sol se soulever et la nouvelle éminence crever à son sommet, où s'ouvrit le cratère ;autour du Jorullo le sol ondulait comme les vagues de la mer, plusieurs cours d'eau disparurent pour se montrer plus loin à une température élevée. Humboldt, pendant ses voyages au Mexique, s'est entretenu avec un témoin oculaire qui lui donna beaucoup de détails sur la formation de ce volcan. Le Jorullo, dont l'activité a bien diminué aujourd'hui , est entouré de petits cônes fumants qu'on nomme *hornitos*, petits fours ; la région ravagée par ses éruptions porte le nom de *Malpuejo*.

Au nord du Mechoacan se trouve l'état de Guanajuato, dont la capitale porte le même nom, et qui est célèbre par ses riches mines d'argent ; les habitants de cette capitale entendirent, du 8 janvier au 12 février 1784, d'épouvantables détonations souterraines, beaucoup plus intenses dans l'intérieur des mines qu'à la surface du sol, et qui n'étaient pourtant accompagnées d'aucune secousse de tremblement de terre. Ils s'enfuirent effrayés, et leur ville fut pillée par des bandits.

Le troisième volcan du Mexique est celui de Toluca, situé au S.-O. de Mexico près de la frontière de l'état de Guerrero. Puis vient le gigantesque Popocatépetl, dont le cône régulier, couvert de neiges éternelles, se voit très bien de Mexico. Il a plus de 5 300 mètres d'élévation, et est avec le mont Saint-Élie, dans l'Alaska, la plus haute montagne de l'Amérique septentrionale. Le Popocatépetl s'élève entre les états de Mexico et de Puebla ; son nom signifie *montagne fumante*. Il était en pleine éruption à l'époque de la conquête du Mexique par les Espagnols ; Diego Ortaz, officier de l'armée conquérante, tenta de gravir le volcan et arriva assez près du cratère ; mais il ne put l'atteindre, à cause de la pluie de pierres incandescentes vomies par la montagne. Cette tentative hardie donna aux Mexicains une haute idée du courage des Espagnols, et Charles-Quint autorisa la famille de Diego Ortaz à placer dans ses armoiries un volcan en éruption. L'activité du Popocatépetl a bien diminué depuis lors. La célèbre montagne a perdu son panache de fumée, on n'y voit plus que quelques fumerolles nommées *respiradores*. On a même commencé à exploiter le soufre que fournit son cratère. Non loin du Popocatépetl et un peu au nord, se trouve l'Istaccihuatl (femme blanche) superbe cime qu'on voit très bien de Mexico.

Le gigantesque Citlaltépetl (montagne de l'étoile) ou pic d'Oribaza, éteint depuis 1565, s'élève au nord de la route de Vera Cruz à Mexico. Cette belle montagne, presque aussi haute que le Popocatépetl, sert de guide aux navigateurs du golfe du Mexique. Près de là, se trouve le cône tronqué du Nauhcamtépetl (montagne aux quatre côtés ou Coffre de Perotte. Enfin au sud est de Vera Cruz s'élève le petit volcan de Tujtla rendu célèbre par sa terrible éruption de 1793, dont les grondements souterrains s'entendirent à une distance de cent lieues. Il se trouve près de la mer et est le plus oriental des volcans du Mexique (1).

Le *Daily Telegraph*, de Saint-Jean (Nouveau-Brunswick), a compilé avec beaucoup de soin, d'après un rapport du ministre de l'intérieur, les données suivantes sur les Indiens de l'Amérique anglaise. Ils étaient, à la date du 30 juin 1878, au nombre de 99 690, disséminés dans les diverses provinces et districts, comme suit :

Ontario	15 731
Québec	10 947
Nouvelle-Écosse	2 122
Nouveau-Brunswick	1 450
Ile du Prince Édouard	306
Manitoba	27 204

(1) *Bulletin de la Société de géographie commerciale de Bordeaux.*

District d'Athabaska	2 399
Colombie anglaise	35 153
Terre de Rupert	4 379
	99 690

Tous les Indiens de la Nouvelle-Écosse sont des Micmacs, de même que tous ceux de l'île du Prince Édouard. Il y a en outre 600 Micmacs dans la province de Québec, et 716 au Nouveau-Brunswick. En sorte que cette race compte en tout 3 744 âmes. Les Marécites du Nouveau-Brunswick sont au nombre de 546. Ils ont la même origine que les Marécites et les Abanakies de la province de Québec qui comptent 522 âmes. En sorte qu'ils sont au nombre de 1 068 dans le Dominion.

La population des Iroquois de la province de Québec est de 3 057, et ils sont très civilisés. Les Montagnais de la même province forment une population de 1 255 âmes. Les Naskapis, au bas du Saint-Laurent, figurent pour 2 866. Les Hurons de Lorette, faible reste de la nation huronne, autrefois si puissante, sont réduits à 290. La seule race nombreuse de la province de Québec est celle des Algonquins, alliée aux Micmacs et aux Marécites des provinces maritimes, et qui compte 2 163 âmes.

Dans la province d'Ontario, il y a 4 068 Iroquois. Ils sont représentés par les Oneidas de la Tamise, les Mohawks de la baie de Quinté et les Six-Nations. La tribu indienne la moins nombreuse de cette province est celle des Chippeways ; ils ne sont que 948 individus, et encore dans ce chiffre sont compris quelques Outaouais et Pottowatomis. Les Algonquins d'Ontario sont au nombre de 614, les Messessaquins de 728, les autres peuplades sont trop peu importantes pour être mentionnées.

Au Manitoba et dans les territoires du N.-O., les Chippeways forment la tribu la plus considérable. Les Cris et les Sauteux sont nombreux aussi, et on y compte 4 928 Pieds-Noirs. Les Sioux, qui sont tous des émigrés des États-Unis, sont au nombre de 1 200.

Régions arctiques. — On vient de recevoir des nouvelles de l'expédition scientifique danoise partie pour le Groënland à bord de la Cérès le 29 mars dernier. Cette expedition, dirigée par deux officiers de marine, MM. Jensen et Hammer, accompagnés de M. Kornerup, de l'École polytechnique de Copenhague, est arrivée à Holsteinborg le 30 avril. Elle a immédiatement commencé le relevé de la côte et des fiords entre Holsteinborg et Egedesminde. Le 15 mai elle a quitté les environs de Holsteinborg voyageant sur de petits bateaux groënlandais. Les explorateurs espéraient arriver à Egedesminde à la fin du mois d'août. A partir de cette époque ils devront demeurer à bord de leurs bateaux ou camper

sur une côte de rochers. Les nuits d'été sont brillantes dans ces latitudes, et l'expédition est pourvue de tout ce qui lui est nécessaire.

Le steamer *Véga*, monté par le Dr Nordenskjöld, est arrivé le 2 septembre dernier à Yokohama (Japon) après avoir été enfermé dans les glaces durant 264 jours, du 27 septembre 1878 au 18 juillet 1879.

Nous avons dit que le 27 du mois d'août, le *Véga* avait dépassé l'embouchure du fleuve Léna. Il dirigea d'abord sa course vers la Nouvelle-Sibérie, mais les glaces l'ont empêché d'explorer cet archipel. C'est au delà de l'embouchure du fleuve Kolyma que l'expédition a eu à lutter contre des difficultés toujours croissantes. Les brouillards et les glaces la retinrent deux jours, un peu à l'est du cap Yakan, toute une semaine près du cap Nord (Irkaipi,) trois jours au cap Cook (Vankarem) et enfin les glaces enfermèrent définitivement le navire le 27 septembre entre l'île Kolyoutchin et le cap Serdtse-Kamen, à 67°5, lat. N. et 173°30, long. O. de Greenwich.

Le 18 juillet, les glaces se rompirent et le *Véga* se remit en route deux jours après, pour franchir le détroit de Béring.

Il croisa ensuite dans la mer qui sépare les deux continents, visitant successivement les côtes de l'Asie et de l'Amérique et opérant partout des sondages pour s'assurer de la formation des gisements sous-marins et en obtenir des spécimens. Cette mer présente beaucoup d'intérêt, puisque c'est le point de jonction des courants de l'océan Arctique et de l'océan Pacifique.

C'est à l'île de Béring que les vaillants explorateurs reçurent pour la première fois des nouvelles d'Europe par l'entremise de l'agent de la compagnie commerciale d'Alaska. Ils quittèrent cette île le 19 août et eurent un voyage des plus favorables jusqu'au 31. Ce jour-là éclata une tempête accompagnée de tonnerre et d'éclairs ; la foudre fendit la grande hune du navire et blessa quelques hommes de l'équipage.

Enfin ils arrivèrent à Yokohama le 2 septembre, à 10 heures 30 du soir, tous bien portants. On n'a eu à déplorer aucun décès pendant ce long et pénible voyage qui avait été déclaré impossible.

Le navire russe le *Nordenskjöld*, envoyé à la recherche de l'expédition, alors que celle-ci se trouvait encore bloquée par les glaces, a échoué à Yeddo le 5 août. L'équipage a été sauvé.

Le *Handelsblad*, d'Amsterdam, a reçu une dépêche qui nous apprend que le *Willem Barendsz*, est entré le 24 septembre dans le port de Hammerfest (Norvège). Tout va bien à bord. La pierre commémorative de l'hivernage des Hollandais à la Nouvelle-Zemble a été placée au cap Nassau. Après avoir rempli cette partie de son programme, le navire a poussé au nord jusqu'au delà du 80e degré, et s'est approché de la

terre François-Joseph, près de laquelle l'île Mac Clintock était entièrement entourée de glaces.

La mer de Kara et celle du nord de la Nouvelle-Zemble étaient également remplies de glaçons, et l'expédition n'a pu s'approcher du site de la *Behouden huis*.

Nous avons dit, au mois d'avril dernier, que La *Jeanette*, équipée pour un voyage arctique par le célèbre propriétaire du *New York Herald*, avait quitté San-Francisco au mois de janvier. C'était inexact, nous avions été trompé par une revue géographique française. La *Jeanette* ne s'est mise en route qu'au mois de juillet. Son départ a été un véritable triomphe ; elle a été escortée jusqu'à la sortie de la baie par toute la flotte du Yacht Club de San-Francisco, et par quatre remorqueurs à bord desquels étaient le gouverneur de la Californie, des membres du Congrès, et un grand nombre de personnages de distinction. Le fort Point l'a saluée de dix coups de canon. D'après une dépêche reçue par le *New York Herald*, la *Jeanette* est arrivée le 2 août à Ounalaschka, une des îles Aléoutiennes. Elle y embarquait du charbon, et comptait partir le 6 pour le fort Saint-Michel, où elle doit prendre des natifs, des chiens, des traîneaux, des fourrures et des provisions. Elle se proposait de partir immédiatement pour le nord où, dit-on, la saison est très favorable, l'hiver ayant été extrêmement doux. Le steamer *Saint-Paul* arrivé d'Ounalaschka à San-Francisco confirme les nouvelles données par cette dépêche, et ajoute que le commandant de la *Jeanette* espérait arriver avant la fermeture des glaces à la terre de Wrangel, à laquelle aucun navire n'a encore abordé, et où il comptait établir ses quartiers d'hiver.

L. D.

BOTANIQUE.

Les nectaires (1). — La théorie de Darwin sur le rôle des insectes dans la fécondation des fleurs a eu trop de retentissement pour qu'il soit encore besoin d'en exposer les principes. Le mémoire de M. Bonnier dont nous donnons une analyse, malheureusement fort courte, est destiné, nous n'en doutons pas, à occuper la première place parmi les travaux publiés sur ce sujet, qui a eu le privilège de séduire la plupart

(1) Les nectaires, étude critique, anatomique et physiologique, par M. G. Bonnier. *Ann. Sc. natur.* 6e série, t. VIII, 1879 ; Paris.

des esprits éclairés. L'auteur y résume le résultat de huit années de recherches, poursuivies depuis l'Italie et les Pyrénées jusqu'aux régions élevées des pays scandinaves ; son but a été de reconnaître, en dehors de toute idée préconçue, si réellement la position et la structure des nectaires ont pour but exclusif de former le nectar nécessaire aux insectes chargés d'assurer la fécondation.

Nous commencerons par indiquer les principaux faits réunis par M. Bonnier dans les pages qu'il consacre à l'historique de la question, en laissant tout d'abord de côté, comme il le fait lui-même, toute appréciation, tout jugement sur les opinions admises par les savants qui se sont occupés de cette question.

On a donné au mot nectaire bien des significations diverses ; mais le caractère sur lequel on se base aujourd'hui pour déterminer ces organes est purement physiologique. On donne ce nom à tout tissu d'une plante en contact avec l'extérieur, dans lequel s'accumulent en proportion notable des sucres des genres saccharose et glucose.

Le rôle des nectaires a beaucoup occupé les savants. Pendant le XVIIIe siècle, on admit généralement que les nectaires sont directement utiles à la plante qui les a produits ; mais les observations et les expériences faisant défaut, on n'accorda généralement pas une bien grande valeur à cette affirmation.

Cependant quelques auteurs, au lieu de considérer l'accumulation des matières sucrées dans les nectaires comme une provision de nourriture, ont soutenu que le nectar est une excrétion de la plante ; l'absence de toute méthode expérimentale et de graves erreurs dans la détermination chimique des substances étudiées, empêchèrent sans doute cette théorie de se développer.

Les auteurs modernes qui se sont occupés de cette question ne se sont pas pourtant inspirés des méthodes expérimentales rigoureuses qui seules peuvent donner la certitude en matière scientifique.

Ils ont repris généralement une théorie soutenue pour la première fois en 1793 par Conrad Sprengel dans un ouvrage très considérable. D'après lui, toutes les dispositions des organes floraux sont prises uniquement dans le but d'assurer la fécondation des fleurs par le transport du pollen sur le stigmate; les insectes seraient chargés de ce transport, aussi l'auteur voit-il, à côté de la glande sucrée et du récipient, des organes protecteurs de la provision de sucre (saftgedecke) et des organes indicateurs, taches ou stries, destinés à montrer aux insectes le chemin qui conduit au nectar (saftmaal). Mais ce grand travail est rempli d'interprétations hasardées et erronées, dont une observation quelque peu attentive démontre l'inexactitude.

La théorie de Sprengel était tombée dans un oubli presque complet,

lorsque, il y a quelques années, M. Darwin l'a remise en lumière en insistant d'une façon plus spéciale sur ce fait que les insectes peuvent transporter le pollen d'une fleur sur le stigmate d'un autre individu de la même espèce ; c'est la fécondation croisée ; toute l'organisation florale serait adaptée à la fécondation croisée et non à la fécondation en général. Vers le même temps, MM. Hildebrandt et H. Müller en Allemagne, Delpino en Italie, Lubbock en Angleterre apportaient à l'appui de l'ancienne théorie de Sprengel, modifiée par M. Darwin, un nombre considérable de faits; aussi cette théorie téléologique est-elle devenue classique dans ces divers pays. M. Sachs, dans son Manuel de botanique (édit. franc. p. 649 et 1064), l'a résumée en quelques lignes : « Les insectes, dit-il, sont les agents involontaires et inconscients de la pollinisation ; ils ne visitent les fleurs que pour y puiser le nectar dont ils se nourrissent, et qui y est distillé exclusivement dans ce but. »

La distribution, la forme et la valeur morphologique des nectaires sont très diverses, et toujours en relation immédiate avec les combinaisons spécifiques que la fleur réalise dans le but d'amener la pollinisation par les insectes.

Sur quelles données se basent donc les auteurs pour accorder aux insectes une influence si capitale dans l'acte de la fécondation ? D'après l'expérience de Kölreuter et de Darwin, il y a pour une plante de grands avantages à être fécondée par croisement; les produits de la fécondation croisée sont plus féconds, plus vigoureux et plus forts. Il faut donc que le pollen soit transporté d'un individu sur un autre, pour que ces conditions favorables soient réalisées.

Dans beaucoup de cas, le vent se charge de ce transport ; le pollen des conifères est ainsi entraîné à de grandes distances, grâce aux petites ailes développées de chaque côté du grain de pollen.

Dans les régions montagneuses couvertes de forêts de sapins, il tombe fréquemment de véritables pluies de pollen, qui donnent parfois aux nappes de neige une coloration toute particulière. Ce phénomène est bien connu des personnes qui habitent les montagnes ; il se présente pour beaucoup de plantes qui sont dites *anémophiles*.

Mais il est bien plus fréquent que ce transport ne puisse être effectué que par l'intermédiaire des insectes ; c'est pour attirer les insectes que les fleurs *entomophiles* développent des liquides sucrés ; c'est pour les forcer à opérer la fécondation croisée de préférence à l'auto-fécondation, que les différents organes de chaque fleur présentent des caractères variés de coloration et de forme.

Des volumes seraient nécessaires pour signaler les dispositions prises par la fleur dans le but de favoriser la fécondation croisée. Nous ne pouvons qu'en citer ici quelques exemples pris au hasard au milieu de cette

accumulation de faits. Il ne suffit pas en effet que le nectar soit sécrété par une fleur pour que la fécondation soit assurée.

Le liquide sucré produit par les nectaires doit être recueilli par la plante pour n'être pas perdu dès sa formation ; c'est dans ce but que se développent les éperons des Crucifères, de la Capucine, des Orchidées, les écailles ou les godets des pétales chez les Renonculacées. La couronne de poils formée à l'intérieur de la corolle des Labiées, les écailles qui ferment la fleur des Borraginées sont destinées à le protéger.

Ce n'est pas assez que l'appât soit préparé ; *il faut aussi que les insectes soient attirés ;* les dispositions les plus variées permettent à la fleur d'atteindre ce but. Les couleurs brillantes servent d'enseigne pour les insectes, que des taches et des stries guident le plus souvent d'une façon plus complète vers *le bon endroit* ; s'il s'agit de fleurs nocturnes, ce ne sont plus les couleurs éclatantes, mais un parfum émané de la fleur qui attire l'insecte vers elle.

Ce n'est pas tout encore, le nectar est formé, l'insecte est attiré vers la fleur, mais *il faut que la fécondation croisée soit assurée*, que l'insecte ne puisse l'éviter ; la fleur lui offre son nectar, mais il faut qu'il paye cette générosité en assurant la reproduction de l'espèce. Aussi, dit M. Sachs, « tout dans la fleur est calculé de façon que l'insecte, souvent même qu'un insecte d'espèce déterminée, soit obligé, pendant qu'il cherche à puiser le nectar, de donner à son corps une position déterminée, et d'accomplir des mouvements également déterminés, de façon que le pollen se fixant à son corps soit transporté nécessairement sur le stigmate d'une autre fleur de même espèce. »

C'est dans ce but que certaines espèces présentent des individus à courtes étamines et à long style, et d'autres individus à étamines longues et à style court (Primevères, *Oxalis*, *Linum*, etc.). C'est pour cela aussi que certaines espèces ne mûrissent pas leurs stigmates en même temps que leurs étamines, que ces deux organes viennent successivement occuper la même position par rapport aux nectaires. Pour que l'adaptation atteigne le plus haut degré de perfection, *il est nécessaire que la fleur* éloigne les insectes qui ne peuvent contribuer à la fécondation, *qu'elle se débarrasse des bouches inutiles* ; des couronnes de poils disposées au devant des nectaires servent de barrière pour empêcher les insectes non adaptés de venir *voler* le nectar. Inversement les différents insectes sont adaptés à des formes spéciales de fleurs par la longueur et la forme de leur trompe, par leurs poils, par la forme générale de leur tête, de leur thorax, de leurs pattes.

On voit que l'adaptation réciproque des fleurs et des insectes semble assurée avec une variété et une richesse de procédés vraiment étonnantes.

La paléontologie paraît apporter un appui considérable à la théorie précédente. Tout d'abord les plantes phanérogames furent dioïques et

anémophiles ; peu à peu elles devinrent hermaphrodites et, par une série de progrès dont on a déterminé la marche, elles produisirent du nectar d'abord nécessairement découvert, protégé plus tard ; enfin la fleur se modifia par sélection naturelle, de façon à atteindre l'étonnant degré de différenciation dont nous venons d'étudier les principaux traits.

Cependant cette théorie si séduisante doit-elle nous satisfaire pleinement? Ne laisse-t-elle place à aucune objection? L'observateur attentif de la nature ne tarde pas à se poser ces questions, et à douter de la rigueur ou de l'exactitude de beaucoup des énoncés qui précèdent.

Il est certain que les insectes puisent le nectar, mais bien souvent ils dévorent les étamines et les stigmates, et l'on doit bien reconnaître qu'ils ne contribuent pas alors à la fécondation.

Bien souvent aussi, les insectes opèrent la fécondation de fleurs absolument dépourvues de nectar ; c'est ce qui arrive chez les Papavéracées, dans bon nombre de Solanées, d'Orchidées, de Renonculacées.

Ailleurs, une quantité considérable de nectar est produite par des organes qui n'ont aucun rapport avec les organes de la reproduction. C'est ainsi, par exemple, qu'on voit les abeilles fréquenter activement un champ de *Vicia sativa*, longtemps avant l'épanouissement des premières fleurs, et bien que la couleur ne le distingue pas des cultures voisines ; elles y recueillent un nectar sécrété en abondance par des glandes situées à la base des stipules.

Il est vrai que beaucoup de partisans actuels de la théorie de Sprengel croient répondre victorieusement à ces objections.

Si la fleur est brillamment colorée sans posséder de nectaires, comme cela arrive pour le *Melittis*, c'est, disent-ils, que *la fleur a conservé la trace d'un premier état nectarifère ;* si le nectar existe sans que la fleur soit remarquable par son éclat, c'est qu'*elle n'a pas encore atteint* par la sélection naturelle *le degré de perfection voulu*. Cette façon d'expliquer les choses n'est nullement scientifique, il faut bien en convenir ; elle fait appel à des hypothèses qui ne sont pas vérifiables, et ne repose pas exclusivement sur des faits bien établis.

Après ce court exposé, nous pouvons insister sur la partie du travail de M. Bonnier relative à la critique de la théorie de Darwin.

L'auteur passe en revue les faits les plus importants relatifs au rôle des nectaires. Il constate que *le développement d'éperons dans les organes floraux et celui des nectaires ne sont pas nécessairement corrélatifs*. En effet, beaucoup de plantes produisent une grande quantité de nectar sans qu'il soit recueilli par aucun récipient (Ombellifères etc.); d'autre part, il arrive fréquemment qu'une plante possède des éperons fort développés sans qu'il se forme jamais de nectar. C'est ce que Darwin lui-même a constaté dans beaucoup d'Orchidées ; dans ce cas

on suppose que les ancêtres possédaient des nectaires ; cette explication est nécessairement insuffisante.

Le développement d'écailles internes de la corolle, de poils à l'intérieur de la fleur, et celui du nectar ont-ils entre eux une relation plus certaine? Mais on voit ces poils protecteurs chez des plantes dépourvues de nectar (*Melittis*, *Tulipa sylvestris*). — Quand des poils protecteurs existent dans les fleurs nectarifères, le niveau du liquide sucré dépasse bien souvent la couronne de poils (Labiées) ; en outre si l'on prive la fleur des poils ou des écailles qui protègent son nectar, on peut constater par comparaison qu'après quelques heures, la quantité de nectar est sensiblement la même chez les plantes où le nectar a perdu ses organes protecteurs que chez celles où le nectar est le mieux protégé.

Abordant la question de l'attraction des insectes vers les nectaires, M. Bonnier nous donne le résultat d'expériences aussi simples qu'ingénieuses, desquelles il résulte que le *développement des couleurs chez les organes floraux et celui du nectar ne sont pas corrélatifs.* Darwin croit que les fleurs qu'il nomme obscures sont moins visitées par les insectes que les fleurs brillamment colorées ; M. Bonnier répond à cette affirmation en citant une liste de plus de cinquante plantes obscures, qui étant très nectarifères sont visitées par les insectes avec beaucoup d'avidité. Les Saules, les Groseillers, les Résédas, la Bryone, les Érables sont dans ce cas. Au contraire, les fleurs les plus éclatantes, comme les Clématites, les Nénuphars, les Pavots, les Campanules, les Chrysanthèmes, les Lis, les Tulipes, les Fritillaires et bien d'autres, n'attirent aucunement les insectes. Les partisans de la théorie de Darwin attachent aussi une grande importance aux modifications légères que subit la coloration des fleurs sous divers climats. Mais on sait aujourd'hui que ces modifications doivent être attribués exclusivement à l'influence des conditions physiques extérieures ; du reste, il suffit de citer quelques exemples pris parmi des plantes appartenant à un même genre pour se convaincre de l'erreur de ceux qui attribuent à la corolle un rôle important pour la fécondation. Le *Teucrium scorodonia* est beaucoup plus visité que le *Teucrium chamædrys*, bien que celui-ci ait des fleurs beaucoup plus brillantes que le premier. Les Groseillers, les *Allium*, les *Reseda* et bien d'autres genres fournissent les mêmes résultats.

Une expérience aussi simple que démonstrative confirme les résultats fournis par l'observation ; si l'on place à égale distance d'un rucher des rectangles différemment colorés, les uns à peine visibles, les autres très éclatants, et qu'après avoir déposé sur chacun d'eux une couche de miel de même poids, on compte le nombre d'abeilles qui les visitent, on voit que le résultat est sensiblement le même pour tous les rectangles, quelle que soit leur couleur. L'opinion soutenue par M. H. Müller, d'après laquelle les plantes colorées seraient disposées spécialement pour la fécondation

croisée et réciproquement, ne peut donc être admise. Il y a d'ailleurs contradiction sur ce point entre Darwin et M. Müller.

Les insectes vont en plus grand nombre là où le nectar est le plus abondant, le plus riche en sucres et le plus commode à prendre. C'est là un fait définitivement établi par les recherches que nous venons de résumer.

L'auteur a aussi déterminé par l'expérience que *chez les fleurs diclines nectarifères, les abeilles ne vont pas d'abord sur les fleurs mâles, puis ensuite sur les fleurs femelles*, et que la plus grande visibilité des fleurs mâles est indifférente au point de vue de la visite des insectes.

Darwin croit d'autre part que le développement des taches et des stries que l'on trouve sur beaucoup de corolles est corrélatif de celui du nectar. M. Lubbock n'hésite pas à dire qu'elles guident les insectes vers « le bon endroit, » mais aucune observation ou expérience bien faite ne confirme cette manière de voir ; au contraire, les observations attentives la contredisent toujours.

Pourrons-nous admettre enfin que l'odeur, que la grandeur de la corolle sont dépendantes de la visite plus ou moins fréquente des insectes. C'est l'opinion de Darwin; relativement au rôle de la grandeur de la corolle, il cite même l'exemple des Géraniums indigènes, d'autant plus visités, dit-il, qu'ils ont la corolle plus grande, mais le *Geranium sanguineum* et le *G. phœum*, ne sont pas nommés par lui. Or, M. H. Müller a constaté que le *G. sanguineum* n'est visité que très peu, malgré les grandes dimensions et la visibilité de sa corolle; au contraire, le *G. phœum* à fleurs très grandes, mais obscures, est activement visité dans des localités identiques. M. Bonnier y ajoute plusieurs autres exemples aussi démonstratifs.

Quant au rôle des odeurs, il suffit d'observer que, de même que beaucoup de plantes sont très visibles sans être nectarifères, beaucoup de fleurs sont très parfumées sans produire aucune matière sucrée, sans être jamais visitées par les insectes. Les Tulipes, les Jacinthes, les Roses, les OEillets, en sont des exemples frappants ; réciproquement, une foule de fleurs sans parfum, étant très nectarifères, sont très recherchées par les insectes ; on ne peut donc pas considérer le *parfum des fleurs, la grandeur de la corolle, comme ménagés tout exprès pour attirer les insectes* qui doivent assurer la fécondation.

Les nombreuses observations dont nous n'avons pu malheureusement citer que les principales, démontrent donc bien que c'est la matière sucrée qui attire les insectes, indépendamment de toutes les modifications de la fleur ; les insectes vont chercher les matières sucrées partout où ils les rencontrent : dans les magasins obscurs où l'on conserve le miel, dans les caisses où une fente leur permet de s'introduire, dans les cuves et les appareils des raffineries aussi bien que sur les fleurs les plus brillantes.

La théorie de Sprengel amendée par Darwin n'admet pourtant pas seulement les faits que nous venons de discuter, elle demande autre chose à la nature. Elle a voulu préciser ces faits, elle leur attribue un caractère particulier ; il faudrait admettre, par exemple, qu'entre la forme de chaque insecte, et les dispositions de chaque fleur, il y a une adaptation réciproque et nécessaire, que tout insecte s'est modifié de façon à pouvoir se mouler sur les organes essentiels de chaque fleur.

Mais des faits aussi nombreux que faciles à constater contredisent cette manière de voir. Une même fleur peut être visitée de différentes façons par un même insecte ; les fleurs du Colza sont visitées par les abeilles de trois façons différentes ; ces insectes n'opèrent la fécondation que dans un seul cas.

Une même espèce de bourdon introduit aussi sa trompe dans ces fleurs de trois manières, et opère rarement la fécondation ; cet insecte déchire souvent les sépales pour prendre le nectar que ces parties recouvrent. M. Bonnier a fait la même observation sur le *Vicia sativa*, sur le Lierre terrestre, et sur plusieurs autres plantes ; on peut constater notamment que les abeilles profitent toujours des trous qui ont pu être perforés par des hyménoptères plus forts qu'elles, pour puiser le nectar sans passer par les ouvertures naturelles ménagées entre les pétales et les étamines ; on voit même fréquemment les abeilles chercher ces orifices accidentels à la surface des fleurs et ne prendre une autre voie que quand celle-ci leur fait defaut. Les Mufliers, les Digitales, les Capucines, les Silènes, les Labiées, les Éricacées, les Fuchsias, les Belles de nuit, les Aconits, beaucoup de Légumineuses et une foule d'autres plantes sont visitées de cette façon par les abeilles.

Enfin ne suffirait-il pas, pour enlever à l'adaptation réciproque toute l'importance qu'on lui attribue, de citer les exemples, extrêmement nombreux, de plantes qui présentent en dehors de leurs fleurs, sur des organes quelconques, des nectaires que les insectes savent fort bien trouver et exploiter? Les stipules de *Vicia*, les pétioles jeunes de Pruniers, les jeunes feuilles d'Aubépine attirent ainsi les insectes qui, à coup sûr, n'opèrent dans ce cas aucune fécondation. On voit même dans les journées chaudes qui succèdent à des temps humides, la surface entière des feuilles de beaucoup d'arbres émettre au dehors un liquide sucré ; il n'est pas rare de voir alors des quantités considérables d'abeilles sur la cime des Chênes, des Érables, des Peupliers, des Sorbiers, etc. Les apiculteurs de certains pays transportent même leurs ruches au voisinage des arbres, lorsque la saison est favorable au développement de cette miellée.

Bien qu'il ne paraisse pas y avoir de relation entre ces phénomènes et la fécondation, M. Delpino croit que ces nectaires extra-floraux ont reçu la propriété de sécréter du nectar pour attirer les fourmis et les guêpes qui auraient pour mission de défendre la plante contre ses ennemis, no-

tamment contre les chenilles. A côté de pareilles hypothèses, on ne peut s'étonner de voir quelques auteurs admettre une adaptation réciproque entre les fleurs et les oiseaux-mouches, entre les fleurs et les mollusques, entre certaines fleurs d'Australie et la langue des Kanguroos. La nature est très riche sans doute en adaptations de cette sorte. La plupart des Mollusques dévorent les fleurs avec avidité; certains hyménoptères se nourrissent des ovules de *Yucca*, beaucoup de coléoptères mangent le stigmate et les étamines des fleurs; y a-t-il alors adaptation réciproque? Cette adaptation existe-t-elle davantage entre les fleurs de l'*Asclepias Drummondii* et les abeilles qui meurent le plus souvent victimes de leur gourmandise, ne pouvant détacher leurs pattes des glandes visqueuses qui couvrent le stigmate de cette plante ?

Pourtant tous ces faits n'ont pas échappé aux observateurs qui ont précédé M. Bonnier ; imbus de leur théorie, ils ont négligé tous ceux qu'une méthode plus sévère leur eût fait un devoir de considérer comme des objections graves qu'il faut nécessairement accepter comme telles ou expliquer ; au contraire, ils ont mis en relief les moindres faits favorables ; c'est ainsi que les partisans de l'hypothèse darwiniste admettent l'exclusion de certains insectes par la couleur, par l'odeur, par la forme des organes floraux, par le temps de l'épanouissement des fleurs, ou par les localités où elles vivent ; mais il n'est pas vrai que les fleurs jaunes ne soient visitées que par les diptères, comme le dit M. Delpino ; les hyménoptères y sont extrêmement fréquents ; chacun sait que le miel de Tilleul est des plus recherchés ; et les abeilles ne fréquentent-elles pas le Lierre, la Bryone, les Saules de préférence à d'autres fleurs ; le contraire devrait nous étonner, puisque ces plantes produisent un nectar abondant et riche en sucres.

Quant à l'exclusion par la forme, rappelons seulement que lorsque la forme de la fleur s'oppose à ce qu'un insecte y vienne chercher le nectar par les ouvertures naturelles, il sait le plus souvent déchirer la corolle pour faire ses provisions ou profiter des orifices creusés avant son arrivée.

Le temps de l'épanouissement n'est pas plus important, car les bourdons et les abeilles vont chercher le nectar des fleurs nocturnes en y pénétrant pendant le jour, par des orifices creusés dans le tube encore fermé.

Bien que l'hétérostylie et la dichogamie ne soient pas en rapport avec les nectaires, M. Bonnier termine cette étude critique, en montrant combien les avis sont partagés sur les avantages ou les désavantages de ces dispositions ; les uns y voient un perfectionnement floral ; c'est un moyen d'assurer la fécondation croisée en empêchant l'auto-fécondation. Selon les autres, il y a, au contraire, tout à gagner pour la plante à être hermaphrodite sans être hétérostyle ou dichogame ; puisque le pollen

étranger germe plus facilement sur un stigmate que le pollen de la même plante, il y a tout avantage pour la fleur à conserver le pouvoir de subir l'influence de son propre pollen, si le pollen étranger vient à lui manquer. A ce titre l'hétérostylie et la dichogamie seraient défavorables aux plantes.

Il est donc impossible d'admettre que toutes les dispositions florales soient calculées pour attirer les insectes en leur fournissant le nectar et pour leur faire opérer la fécondation croisée ; les insectes vont chercher le sucre là où ils le trouvent.

La théorie de Sprengel, quel que soit le caractère des modifications qu'on y apporte, est donc insuffisante pour expliquer le rôle des nectaires.

Nous avons vu que les nectaires peuvent se développer sur des parties quelconques de la plante. M. Bonnier a étudié ces organes partout où ils se présentent ; nous ne pouvons songer à le suivre pas à pas dans cette longue et patiente étude. Signalons seulement les principaux résultats auxquels elle a conduit l'auteur.

L'accumulation des saccharoses et des glucoses pouvant avoir lieu dans des régions extrêmement différentes, il est impossible de trouver à tous ces tissus un caractère morphologique commun. On trouve des nectaires à la base des feuilles cotylédonaires, comme dans le Ricin, à la base des jeunes feuilles de Pervenche, sur le pétiole de diverses espèces de Pruniers ; entre le pétiole et le limbe, comme dans un grand nombre de Fougères où ils seraient destinés à fournir la nourriture aux insectes qui défendent la plante contre ses ennemis ; sur les dents qui bordent les jeunes feuilles d'Aubépine, dans les stipules de *Vicia* et d'autres Légumineuses, dans les bractées. On en trouve aussi sur toutes les parties de la fleur, dans les sépales, dans les pétales ; on les trouve, par exemple, extrêmement développés dans ceux du *Fritillaria imperialis* ; ils transforment les pétales de beaucoup de Renonculacées d'une façon très remarquable ; ils ne forment qu'une petite languette dans les Renoncules ; dans les Hellébores, ils constituent par leur ensemble une sorte de cornet évasé ; entre ces deux extrêmes, on rencontre dans cette même famille une foule d'intermédiaires ; on y trouve même des pétales recourbés en éperon nectarifère, dans l'Aconit par exemple.

Mais c'est au voisinage des étamines et de l'ovaire que l'on trouve le plus souvent des nectaires ; les glandes si développées du Réséda odorant sont formées par un développement extrême de la base des étamines. Dans la Violette, le nectaire est une dépendance du connectif. Dans les plantes caliciflores, les tissus nectarifères se trouvent en général au voisinage des carpelles, mais en prenant des dispositions extrêmement variées. Fort bien développé dans les Amandiers, ce tissu est

abondant surtout à la face interne de la base commune du calice, de la corolle et de l'androcée. L'épiderme de cette face présente un grand nombre de stomates fort développés, ne recouvrant toutefois qu'une chambre sous-stomatique très petite. Du reste la présence des stomates à la surface des tissus saccharifères est presque générale. Nous pourrions nous étendre bien longuement sur les dispositions que présentent les nectaires au voisinage de l'ovaire; elles sont extrêmement nombreuses. Les Papilionacées, les Labiées, les Borraginées, les Scrophulariacées, les Éricacées nous fournissent des exemples très variés de ces tissus spéciaux plus ou moins développés à la base de l'ovaire. Quand l'ovaire est complètement adhérent, comme dans les Ombellifères, c'est dans le parenchyme de la partie supérieure du carpelle ou dans tout l'ensemble de l'ovaire que se forment les sucres; on en trouve quelquefois aussi dans le tissu carpellaire des ovaires libres ; c'est à des tissus de cette nature, fort développés chez beaucoup de plantes monocotylédones que Brongniart a donné le nom de glandes septales. Le style lui-même peut être nectarifère comme dans les Synanthérées; enfin il y a une foule de plantes chez lesquelles les sucres s'accumulent à la base commune de tous les organes floraux ; cette accumulation peut alors se faire avec ou sans différenciation ; elle a toujours lieu, mais il arrive très souvent que les matières sucrées ne soient pas émises au dehors, et qu'elles demeurent enfermées dans les tissus de la plante.

La structure des nectaires est donc infiniment variée ; toutes les dispositions imaginables sont réalisées par ces organes ; ils sont empruntés à des parties très différentes ou viennent s'y ajouter comme des parties absolument accessoires ; nous ne pouvons donc leur attribuer des caractères anatomiques ou morphologiques qui permettent de les définir. Est-il possible du moins d'y trouver des caractères communs à une même famille, à un même genre, des caractères qui puissent servir à distinguer ou à rapprocher les familles ou les genres ? Quarante genres de Crucifères ont été étudiés dans ce but par M. Bonnier, qui a rencontré des différences très considérables entre des genres très voisins, tandis que parfois des genres beaucoup plus éloignés ont des nectaires de structure presque identique; la structure des nectaires varie dans un même genre ; bien plus, elle n'est pas constante dans la même espèce.

Nous pouvons conclure de cette étude anatomique que des tissus saccharifères peuvent se former partout, aux dépens d'organes quelconques ; mais nous avons remarqué que c'est toujours au voisinage d'organes jeunes, et surtout au voisinage des parties les plus profondes de la fleur que s'accumulent ainsi les matières sucrées.

Nous avons vu plus haut que l'émission du nectar au dehors dépend surtout de la structure du tissu nectarifère ; si, comme cela arrive très souvent, le nectaire est recouvert d'un épiderme creusé de stomates, le

nectar est abondamment émis au dehors par ces orifices ; si l'épiderme ne présente pas de stomates, le liquide peut filtrer à travers les parois amincies des cellules ; mais si l'épiderme, n'étant pas creusé de stomates, est cuticularisé, la couche de cuticule est soulevée et le nectar s'accumule entre cette membrane et les cellules épidermiques.

Quelle est la nature des sucres accumulés d'une façon si remarquable, et pourquoi cette accumulation ? Nous avons constaté qu'elle n'est pas préparée tout exprès pour servir de nourriture aux insectes. Quel est donc le rôle de ces produits ?

Le nectar est un liquide tenant en dissolution des *saccharoses*, parmi lesquels le plus fréquent est le sucre de canne, et des *glucoses*, parmi lesquels se trouvent surtout le glucose ordinaire ou sucre de raisin et le lévulose.

Les glucoses réduisent le tartrate cupro-potassique (liqueur de Fehling); d'où un excellent moyen de les distinguer des saccharoses qui n'opèrent jamais cette réduction; on peut aussi distinguer très nettement ces sucres par la lumière polarisée, l'angle de déviation étant différent pour chaque espèce; de plus, le glucose est difficilement cristallisable; il donne des cristaux très petits ; au contraire, le saccharose cristallise avec la plus grande facilité, le plus souvent par simple évaporation et donne des cristaux beaucoup plus grands que le glucose.

La proportion des sucres de ces deux genres varie non seulement avec l'âge de l'organe nectarifère, mais aussi avec une foule d'autres conditions. Des variations très considérables sont dues aux différences dans les conditions du milieu physique. La pression endosmotique des racines, qui fait pénétrer dans les tissus de la plante une quantité d'eau plus ou moins considérable, agit sur l'émission du nectar comme elle agit sur l'émission de gouttelettes liquides à la surface des feuilles de *Colocasia*, de *Richardia*, d'*Alchimilla* et de beaucoup d'autres plantes.

L'état hygrométrique de l'air, en activant ou en retardant la transpiration et l'évaporation, augmente ou diminue la quantité de nectar émise au dehors, et la richesse relative de ce nectar en sucre ; c'est ainsi qu'après des jours de pluie, le volume du nectar augmente pendant une série de beaux jours pour diminuer ensuite; de même la quantité de nectar émise est plus considérable le matin que dans la journée, toutes les autres conditions étant égales. La température produit le même effet ; l'émission du nectar est donc soumise aux mêmes conditions que la transpiration ; ce sont là des phénomènes parfaitement comparables. Mais tandis que, dans les conditions ordinaires, l'eau est rarement émise au dehors à l'état liquide, c'est toujours sous cette forme que les matières sucrées sont exsudées ; cela tient surtout aux sucres

que le liquide tient en dissolution et qui, en lui donnant une densité plus grande, retardent l'évaporation ou la rendent plus difficile.

M. Bonnier a pu isoler par diverses expériences l'influence de chacune des conditions extérieures ; en exagérant la transpiration et l'état hygrométrique, il est même arrivé à rendre nectarifères des Tulipes, des Jacinthes et d'autres plantes qui n'émettent ordinairement aucun nectar.

Du reste, dans la nature, beaucoup de plantes deviennent nectarifères quand le degré hygrométrique de l'air est plus élevé et quand la quantité d'eau absorbée par les racines est plus considérable ; des plantes qui ne sont jamais nectarifères en France le deviennent, par exemple, dans les montagnes scandinaves, et les hyménoptères y puisent activement le nectar.

Il n'est pas moins intéressant de constater que la quantité des sucres et leurs proportions relatives varient dans les nectaires aux différents âges.

Les conditions physiques extérieures étant les mêmes, le maximum de la production du nectar correspond à l'époque où l'ovaire a achevé son développement et où le fruit n'a pas encore commencé le sien ; c'est à ce même moment que les nectaires contiennent la plus forte proportion de saccharose; mais à mesure que le fruit se développe, le saccharose se détruit, les glucoses augmentent. M. Bonnier a pu isoler un ferment inversif qui transforme le saccharose en glucose, comme la diastase transforme l'amidon en glucose ; c'est au moment où le fruit commence à se développer que ce ferment inversif est le plus abondant.

Ce glucose est lui-même destiné dans tous les cas à faire retour à la plante ; le nectar émis au dehors peut être réabsorbé par elle après la fécondation ; le saccharose interverti contribue à la nourriture des ovules et du fruit, s'il s'agit de nectaires floraux, au développement des jeunes organes quels qu'ils soient, s'il s'agit de nectaires extra-floraux nés à la base ou au voisinage de ces organes.

Le saccharose n'étant pas directement assimilable, il faut qu'il soit interverti et transformé en glucose pour pouvoir être absorbé par les parties en voie d'accroissement. Pendant la période de formation, d'accumulation, le saccharose domine ; le ferment inversif le transforme peu à peu en glucose. Alors commence la période de destruction, pendant laquelle les réserves de sucre accumulées par les nectaires sont détruites et absorbées.

La formation des réserves au voisinage des ovaires n'est donc pas une exception ; c'est un exemple tout à fait normal de la formation des réserves, phénomène commun à tous les êtres vivants, animaux ou plantes ; le nectaire n'est pas physiologiquement différent de la racine de

betterave ou du tubercule de pomme de terre. Laissant donc de côté toute espèce d'adaptation réciproque, toute relation entre les insectes et les fleurs, nous devons considérer les nectaires comme appartenant par leur rôle et leurs fonctions à une série d'organes communs à tous les êtres vivants ; l'étude des nectaires est un point de l'étude des réserves nutritives. Ces réserves sont faites pour la plante qui les produit et non pour les insectes, de même que le sucre de la betterave n'est pas fait pour l'homme, mais pour la betterave. « L'organisme vivant est fait pour lui-même, disait Cl. Bernard, il a ses lois propres, intrinsèques, il travaille pour lui et non pour les autres. »

Ch. Flahault.

GÉOLOGIE.

---

1. Microlithes des phyllades et des schistes cristallins. — Une découverte importante pour l'étude des phyllades et des schistes cristallins vient d'être faite par M. Kalkowsky (1) relativement à la nature minéralogique des microlithes qui forment un des éléments essentiels dans les roches. M. Zirkel qui les observa le premier en 1871, se contenta de les signaler et de les décrire sans les rapporter à une espèce minérale déterminée. Il était impossible d'ailleurs d'arriver à cette détermination, aussi longtemps qu'on ne parvenait pas à isoler ces cristaux de la masse fondamentale dans laquelle ils sont enchâssés. On sait que MM. Credner, Umlauft et von Lasaulx avaient rapporté ces microlithes à la hornblende ou à l'épidote ; dans notre travail sur les phyllades du terrain cambrien de la province de Liége (2) nous avions indiqué qu'on ne devait pas considérer ces petits prismes comme des cristaux du système clinorhombique, ainsi que les auteurs que nous venons de citer étaient portés à l'admettre, mais que leurs formes cristallines devaient les faire ranger dans le système rhombique. M. Kalkowsky vient confirmer cette donnée et il montre en outre que cet élément, dont la détermination minéralogique avait échappé jusqu'ici, doit être rapporté à la staurotide. Non seulement les schistes et les phyllades paléozoïques

(1) Kalkowsky, Ueber die Thonschiefernädelchen. *Neues Jahrbuch für Min.* etc., livraison d'août 1879.

(2) Renard. Mémoire sur le coticule et le phyllade oligistifère. Brux. 1877. T. XLI des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique.*

dans lesquels on les a découverts contiennent ces microlithes ; mais on les observe aussi dans les roches de la série cristallophyllienne où ils apparaissent avec les mêmes caractères que dans les ardoises dévoniennes et siluriennes ; on les rencontre encore en descendant la série des couches ; on les voit alors augmenter de volume et ils finissent par prendre des dimensions assez grandes pour permettre de les rapporter à l'œil nu à la staurotide.

Ces microlithes, tels qu'ils apparaissent dans les schistes et les phyllades, sont formés d'une substance homogène, de couleur jaune; leurs dimensions sont en moyenne de $0^{mm}002$ pour la longueur du prisme ; entre nicols croisés ils s'éteignent parallèlement aux arêtes allongées du même prisme, leur indice de réfraction est très élevé. M. Kalkowsky signale pour ces cristaux des mâcles et des groupements tels que nous les avons décrits dans notre travail sur le coticule. Pour isoler ces prismes microscopiques l'auteur attaque à l'acide fluorhydrique des fragments de phyllade pulvérisé. Après l'attaque, qui se fait à froid, il suffit d'ajouter vers la fin de l'opération de l'acide sulfurique concentré pour déterminer la désagrégation complète des parties altérées par l'action de l'acide fluorhydrique. On décante et on lave le résidu, qui est composé d'une innombrable quantité de petits cristaux prismatiques, auxquels sont mélangés quelque microlithes de tourmaline et des particules charbonneuses que l'on élimine en les brûlant sur une feuille de platine.

Dans sa première recherche l'auteur obtint un résidu de $0^{gr},0081$ composé presque exclusivement de cristaux microscopiques, auxquels il reconnut les caractères minéralogiques que nous avons rappelés tout à l'heure. C'est avec cette petite quantité de substance que M. Kalkowsky tenta de déterminer la composition quantitative de ces microlithes. Il obtint : $Si\ 0_2$, 18,9; $Al_2 0_3$, 56,6; $Fe_2 0_3$, 37,5. Ces chiffres ne peuvent représenter, comme l'avoue l'auteur, qu'une composition approximative ; mais on remarque toutefois la teneur peu élevée en silice, la forte proportion d'alumine et de fer, et l'on voit que cette composition peut très bien se rapporter à la staurotide. D'un autre côté si l'on tient compte de la résistance qu'opposent ces petits prismes à l'action des acides les plus énergiques, et de leurs propriétés physiques, on ne trouve pas de minéral auquel on puisse mieux appliquer ces caractères qu'à la staurotide. La composition, telle qu'elle nous est indiquée par l'analyse, ne peut faire considérer ces microlithes comme des aiguilles de rutile ni comme des cristaux de chrysobéryl ; en outre ce dernier minéral présente toujours une teinte verdâtre. La fibrolite et l'andalousite sont toujours incolores et sans mâcles. Comme l'analyse n'indique pas de chaux, ces cristaux microscopiques ne peuvent être de la zoïsite,

de l'épidote, de la vésuvienne, de la meïonite ou de la skapolite ; les micas et les chlorites sont attaquables à l'acide fluorhydrique. Les propriétés optiques de ces microltihes ne permettent de les envisager ni comme de la hornblende ni comme de l'augite. Il paraît donc établi que l'ensemble de leurs caractères doit les faire considérer comme se rapportant à la staurotide.

Le continent européen durant les périodes géologiques. Dans une lecture faite à la Société géographique de Londres, M. A. Geikie (1) après avoir montré les relations qui unissent la géographie aux sciences géologiques, et établi les preuves sur lesquelles s'appuie le géologue pour reconstituer l'histoire du globe, expose les modifications graduelles éprouvées par le continent européen durant les périodes géologiques.

Si l'on cherche à retracer la forme primitive de cette masse continentale, on voit que, pendant les formations les plus anciennes, ses terres s'étendaient surtout vers le nord-ouest se prolongeant peut-être jusqu'au rebord du grand plateau sous-marin qui s'avance jusqu'à 230 milles à l'ouest de l'Irlande. Des restes de ce continent primitif se retrouvent en Finlande, en Scandinavie, en Écosse et dans l'Europe centrale. En Bavière et en Bohême apparaissent des massifs isolés aujourd'hui, mais qui devaient se rattacher autrefois à cette grande terre. Les roches de ces terrains anciens n'ont pas en général la variété de composition, de structure ou de forme qui distinguent les couches d'origine plus récente; mais ce qui les caractérise surtout c'est leur compacité et leur uniformité sur de grands horizons. Il est difficile d'établir si les terres émergées à cette époque possédaient une végétation; mais la mer peu profonde, qui s'avançait de l'Atlantique vers le sud et l'est de l'Europe, était peuplée par une faune abondante, dont les invertébrés caractérisques de cette période étaient représentés par les trilobites, les graptolithes, les cystidiées, les brachiopodes et les céphalopodes. Le fond de cet océan subit une dépression, et les Iles Britanniques en particulier furent recouvertes par des eaux qui s'élevaient à plusieurs milles de hauteur. Cependant cette mer ne fut pas, à proprement parler, une mer profonde ; car les sédiments apportés du nord-ouest s'y accumulaient à mesure que le lit s'abaissait ; cet abaissement du sol était accompagné de soulèvements locaux déterminés par des phénomènes volcaniques.

Vers la fin de la période silurienne des mouvements de terrain dessinent les premiers contours de l'Europe ; ils sont retracés par certaines parties de la région des Alpes, par quelques massifs de la péninsule

(1) A. Geikie, Geographical Evolution. *Proceedings of the Royal Geogr. Society*, juillet 1879. p. 422.

hispanique ou du nord-ouest des Iles Britanniques. A cette époque, de grands bassins s'isolèrent de l'océan ; comme on voit de nos jours séparés de la mer le lac d'Aral ou la mer Caspienne. Ces mers intérieures abondaient en poissons cuirassés et les terres étaient recouvertes d'une végétation où dominaient les sigillariées, les calamites, etc. Pendant que les sédiments de la mer silurienne se redressaient et se plissaient, ceux qui recouvraient l'aire occupée par la Russie conservaient, peut-on dire, leur position horizontale primitive; durant les périodes qui suivirent, ce vaste territoire resta de même à l'abri des grandes commotions qui agitèrent les régions environnantes, l'Oural et l'Allemagne.

A l'époque de la formation houillère, l'Europe présenta un aspect différent ; des îles ou des langues de terre s'élevèrent de bas-fonds ou de lagunes. Un groupe d'îles occupait les points actuellement les plus élevés de la Grande-Bretagne, une zone de terre d'allure irrégulière s'étendait au travers de la France, depuis l'Angleterre jusqu'à la Méditerranée ; l'Espagne formait une île isolée du reste du continent. Dans la région des Alpes affleurait une bande entourée par les eaux ; les parties accidentées de la Bohême et de la Bavière formaient des îles. Un grand nombre de bas-fonds changés en plaines marécageuses se peuplaient d'une riche végétation, qui devait se transformer en houille. Durant toute la durée de ces périodes l'aire la plus considérable en étendue et la plus accidentée de l'Europe était située au nord ou au nord-ouest.

Après la formation houillère, des lacs salés, dont les eaux étaient peu favorables au développement des organismes, occupèrent le centre de ce continent. Le plus grand de ces lacs s'étendait depuis le versant du plateau central de la France, le long des Alpes vers la Bohême ; il recouvrait le bassin du Rhin, depuis Bâle jusqu'à Mayence. Dans le lac se déposèrent du limon et du sable rouge, du calcaire et des lits de sel gemme. Une vaste dépression du centre de l'Europe permit aux eaux de l'océan d'envahir les lacs salés de la formation triasique ; cet abaissement se fit avec une telle lenteur que des milliers de pieds de calcaire, de schiste et de sable purent se déposer. Des raisons permettent de croire que presque toutes les îles qui émergeaient avant cette époque s'abaissèrent alors jusqu'à se trouver sous les eaux. C'est à ces dépôts de la formation jurassique que l'on doit rattacher beaucoup de couches des plaines basses qui s'étendent du centre de l'Angleterre jusqu'aux Alpes du nord ; dans le bassin méditerranéen des roches du même âge recouvrent le plateau d'Espagne et elles forment la masse centrale de la chaîne des Apennins. Il est intéressant de noter que le nord-ouest de l'Angleterre continuait toujours à se soulever pendant que le sud et l'est de ce pays subissaient de grandes modifications géographiques.

Lorsque le terrain crétacé se forma, l'Atlantique s'avançait au travers

de l'Europe jusqu'en Asie ; toutefois cet océan n'atteignait qu'une faible profondeur. Sur le lit de la mer s'amoncelait une masse considérable de boue calcaire, formée en partie de foraminifères, de coraux, d'échinodermes et de mollusques.

Si on jette un coup d'œil sur les sédiments de la formation éocène, on voit des preuves frappantes d'un abaissement général des régions continentales. Une partie considérable de l'ancien monde était submergée, une large zone océanique s'étendait au travers de toute l'Europe centrale et de l'Asie. A cette époque, des plissements et des redressements affectèrent de nouveau les couches, à l'exception toutefois de celles de la partie orientale.

C'est après ces bouleversements que les traits de l'Europe actuelle commencèrent à apparaître. Les Alpes furent soulevées ; au nord de cette chaîne s'étala un grand lac, qui recouvrit toutes les parties peu élevées de la Suisse; il s'avanca vers le Jura et pénètra vers l'Est en Allemagne. Les régions environnantes possédaient alors une végétation qui dénote pour ces contrées une température plus élevée que celle d'aujourd'hui. Cette époque fut témoin de nombreuses éruptions volcaniques ; la mer unissait le golfe de Gascogne à la Méditerranée, elle recouvrait le nord de la France et les Pays-Bas, s'avançant au delà des plaines du Danube jusqu'en Russie et en Asie. C'est à cette époque relativement récente qu'une partie des couches du bassin de la Méditerranée subit une des modifications les plus profondes ; elles furent soulevées à plus de 3000 pieds ; la péninsule italienne s'élargit des collines qui bordent les monts Apennins ; le Vésuve et l'Etna commencèrent leurs éruptions; tandis que la mer Caspienne, le lac d'Aral et la mer Noire s'isolaient de l'Océan.

La dernière scène de cette longue histoire nous montre l'Europe possédant à peu près sa configuration actuelle, recouverte de glaciers et de neige; une faune et une flore arctiques, dont on retrouve la trace même jusque dans les Pyrénées, habitaient alors le centre de ce continent. Lorsqu'après la période glaciaire un climat plus tempéré se fit sentir dans ces régions, les plantes et les animaux arctiques furent refoulés vers le nord ou sur le sommet des hautes montagnes. Après cette longue succession de révolutions physiques, des êtres organisés pour des climats plus tempérés prennent possession du continent européen, et enfin l'homme apparaît.

Découverte d'iguanodons, de poissons et de végétaux fossiles à Bernissart (1). Une des découvertes paléontologiques des plus importan-

(1) Dupont. Sur la découverte d'ossements d'iguanodons, de poissons et de végétaux fossiles dans la fosse Sainte-Barbe du charbonnage de Bernissart. *Bull. de l'Ac. Roy. de Belgique.* 2e serie, tom. 46, nos 9 et 10, p. 387.

tes que l'on ait faites en Belgique est celle d'ossements de reptiles, de poissons et de végétaux dans une galerie de recherches au charbonnage de Bernissart, village situé entre Mons et Tournai. Les fossiles se trouvaient ensevelis dans une couche d'argile noirâtre à 322 mètres de profondeur dans une crevasse du terrain houiller. Les couches de charbon sont exploitées sous 101 mètres de dépôts appartenant au terrain quaternaire, au nervien et à la meule. Dans l'argile noirâtre finement stratifiée, avec veinules interrompues de sable gris ou de petits fragments de charbon, les squelettes d'iguanodons s'étageaient de manière à présenter une série répétée de niveaux ossifères séparés par une épaisseur plus ou moins grande d'argile stérile. Les ossements les plus remarquables de ce gîte fossilifère sont ceux d'iguanodons, ces sauriens que Cuvier déclarait les plus étonnants qui aient existé et dont la longueur atteint quelquefois 9 mètres. Malheureusement ces ossements sont imprégnés de pyrite et se décomposent au contact de l'air.

M. De Pauw, auquel le Musée royal de Belgique est redevable de la remarquable restauration de son mammouth, et qui s'est acquis une réputation par son habileté dans la reconstitution des vertébrés fossiles, procéda lui même à l'extraction des reptiles de Bernissart. A mesure qu'on enlevait les ossements, il les faisait entourer de plâtre pour les mettre à l'abri de la désagrégation ; transportés à Bruxelles, ils furent mis à nu et trempés dans des bains de colle forte qui leur rendirent leur consistance. — La détermination zoologique de ces reptiles doit être considérée comme certaine : l'examen des dents, la présence d'un gros trochanter au milieu du fémur, la forme des phalanges unguéales suffisent pour les identifier. Les caractères des fossiles de Bernissart ont une grande analogie avec ceux des ossements du terrain wealdien d'Angleterre que M. Owen a décrits sous le nom d'*Iguanodon Mantelli*.

Cette assimilation est en outre rendue très probable parce que les poissons et les plantes associés à ces ossements sont wealdiens. Ces restes de reptiles ont des proportions étonnantes, elles égalent celles des balénoptères moyens de nos mers. Le membre de devant de l'un d'eux dépasse 2^m 50 de longueur, la série des vertèbres caudales d'un individu mesure 5 mètres; la longueur d'un autre, qui est de moindre taille, compte 4^m 45 de l'extrémité du crâne à l'extrémité du sacrum. On peut dès lors estimer la longueur du premier à 10^m environ. Lorsque M. Dupont publia la note que nous analysons, on n'avait découvert que cinq squelettes d'iguanodons à Bernissart ; depuis, les travaux de recherche ayant été repris, deux nouveaux squelettes des mêmes reptiles ont été extraits. Les pièces des squelettes sont restées le plus souvent articulées ou au moins se trouvaient dans leurs connexions anatomiques ; la position dans laquelle on les a trouvés, montre qu'ils reposaient à plat sur le ventre, les quatre membres étendus extérieurement. M. De Pauw a re-

cueilli en outre des restes de deux petites tortues, et près d'une centaine de poissons qui sont d'une conservation remarquable. On peut voir par la forme des écailles et de la queue, par la disposition des nageoires et le caractère de leurs rayons, que ces poissons sont des représentants de l'ordre des ganoïdes. La taille des plus grands atteint 60 centimètres ; six espèces peuvent s'assimiler à des formes décrites par Agassiz et Dunker dans le wealdien; mais dix à douze formes ne sont pas mentionnées dans les travaux de ces savants. On a trouvé aussi des larves d'insectes et peut-être d'autres articulés ; mais pas un indice de mollusques terrestres ou fluviatiles. Les plantes de ce gîte ont été déterminées par M. de Saporta ; elles appartiennent, comme les fossiles, au terrain wealdien. L'âge des couches argileuses de Bernissart doit être considéré comme établi par la faune et la flore, et ce dépôt doit être rangé dans la formation wealdienne. D'après M. Dupont et M. de Saporta, la station où l'on a découvert ces fossiles devait constituer un cours d'eau à fond boueux, où s'enfouissaient les débris de fougères qui croissaient au bord de ce marais ; les reptiles venaient s'y perdre et s'enfoncer dans le limon vaseux.

A. R.

Résultats géologiques de l'expédition polaire du capitaine Nares. — Parmi les découvertes géologiques réalisées depuis une dizaine d'années, il n'en est guère de plus intérressante que le fait de l'existence d'une riche flore terrestre dans les dépôts miocènes des terres arctiques. Le savant O. Heer de Zurich, dans ses ouvrages intitulés : *Miocene baltische Flora*, *Fossil-Flora von Alaska*, et surtout *Flora fossilis arctica*, a examiné un grand nombre de spécimens de plantes fossiles, extraites des couches tertiaires de l'île Bären, de l'Amérique Russe, du Mackensie, du Groënland, du Spitzberg, qu'il a pu déterminer avec beaucoup d'exactitude et qui l'ont fait conclure à l'existence d'un climat tempéré dans les régions où le froid aujourd'hui tuerait infailliblement tous les arbres.

La partie la plus septentrionale de l'Amérique où l'on avait jusqu'en 1873 découvert des couches à plantes miocènes, est l'île Disco et la presqu'île de Noursouak, à la côte ouest du Groënland, et à la latitude 70° à 71° N. La dernière expédition de découverte au nord de l'Amérique, celle des années 1875 et 1876 sous le commandement du capitaine Nares, a atteint des points plus rapprochés du pôle qu'on ne l'avait fait auparavant. On sait que les équipages de l'*Albert* ont atteint au promontoire Columbia, par latitude 83° 6′, la terre connue la plus septentrionale de l'Amérique, et qu'ils ont pris leurs quartiers d'hiver dans le Robeson Channel par 82° 27′. Un des traits remarquables de cette expédition, c'est le soin qu'ont eu les officiers et les naturalistes de recueillir des échantillons de roches et de fossiles jusque dans les régions les plus boréales.

MM. Feilden, Aldrich, Coppinger, Moss, etc., se sont donné des peines incroyables pour recueillir en place et jusqu'à une altitude de 1000 pieds au-dessus de l'océan, des spécimens de roches et de fossiles qu'il fallait transporter ensuite en traîneaux à travers des champs de glace et avec des difficultés infinies jusqu'aux navires. Plus de 2000 échantillons ont été recueillis et ramenés en Angleterre. Ils proviennent d'une foule de localités échelonnées des deux côtés du long canal qui réunit la baie de Baffin à la mer polaire de Lincoln, canal qui porte successivement les noms de détroit de Smith, canal Kennedy, bassin de Hall et canal Robeson, et qui sépare la terre de Grinnell du Groënland septentrional. On en a recueilli également sur les côtes septentrionales de la terre de Grinnell, côtes qui recoupent le quatre-vingt-troisième degré de latitude à plusieurs reprises dans leurs dentelures. Les observateurs ont pu fournir ainsi des notions positives sur la structure géologique de ces terres extrêmes, et même en dessiner quelques profils. On apprend que les terrains laurentien, huronien, silurien, carbonifère et miocène existent dans cette région polaire avec des caractères indubitables.

Les dépôts de plantes miocènes ont été trouvés par le capitaine Feilden, dans des schistes recouvrant un lit épais de lignite, dans un vallon proche de Discovery Harbour, par 81°45′ de latitude nord. D'après O. Heer qui a étudié les plantes fossiles, rapportées en Europe, on y distingue 26 espèces, dont 18 sont déjà connues parmi les plantes miocènes des pays arctiques. Il n'y a donc pas lieu d'hésiter sur l'âge de ces couches (1). Mais il est curieux d'apprendre que 8 espèces seulement sont identiques avec les plantes miocènes de Disco et Noursouak (latitude 70°-71° N), tandis que 17 d'entre elles se retrouvent dans les couches du Spitzberg (latitude 76°-79° N). D'après cela, il est vraisemblable qu'une même flore s'étendait, à l'époque miocène, jusqu'au pôle, recouvert alors, sans doute, d'une terre continentale plantée des espèces de conifères, de bouleaux et de peupliers dont les restes ont été recueillis au Spitzberg et dans la terre de Grinnell. Si les plantes fossiles de ce dernier territoire ont beaucoup plus d'affinités avec celles du Spitzberg qu'avec celles de Noursouak, il y faut voir une suite de la différence des latitudes qui est de 11° entre Noursouak et Discovery Harbour, alors qu'elle n'est que de 3° à 4° entre Discovery Harbour et les gisements de végétaux du Spitzberg. C'est une preuve évidente de l'action du climat polaire vers la fin de l'ère tertiaire, même entre les régions arctiques.

Mais ce qui reste un mystère jusqu'à présent, c'est la possibilité du développement des arbres à proximité du pôle en des temps géologiquement parlant si rapprochés de la période actuelle. M. Heer a reconnu

(1) *Quart. Jour. of the geological Society*, t. XXXIV, p. 66.

parmi les fossiles extraits des couches de Discovery Harbour, les débris parfaitement caractérisés du sapin commun, *Pinus abies* ; il a reconnu également des branches d'un cèdre voisin de celui de la Floride, *Taxodium distichum miocænum*, portant encore leurs feuilles avec les organes de la floraison. Voilà donc un arbre, dit ce savant paléontologiste, qui n'existe maintenant qu'au sud des États-Unis et au Mexique, et qui vivait et florissait, durant la période miocène, presque sous le 82me degré ! Avec le *Taxodium* les explorateurs anglais ont trouvé un nénuphar, plante d'eau douce qui présuppose que les eaux demeuraient libres de glace autrefois pendant la plus grande partie de l'année. Comment concilier de tels faits avec l'expérience qui nous enseigne que ces plantes excluent un climat arctique, et avec les essais infructueux tentés en Norwège pour cultiver le *Taxodium* d'Amérique à Christiania ?

Depuis plusieurs années déjà la difficulté est posée, et en cherchant à la résoudre on est revenu sur la question de la fixité de l'axe de rotation du globe. Laplace avait démontré que sa position géographique est invariable, en partant de la stabilité parfaite de la figure de la Terre et de la répartition inébranlable des matières qui constituent sa masse. Mais la géologie, en nous entretenant sur bonnes preuves de l'abaissement et du soulèvement des terres émergées, du déplacement relatif des mers, de la dégradation progressive des continents, de la contraction de l'enveloppe terrestre, change les conditions du problème de mécanique traité autrefois par Laplace. Il est telle modification, conséquence des agents géologiques, d'où résulterait nécessairement un changement plus ou moins considérable dans la direction de l'axe de figure et de l'axe de rotation de notre planète (1). Durant la longue série des âges, les pôles seraient donc susceptibles de voyager à la surface du globe et de passer tour à tour par des points très éloignés. Mais le calcul paraît établir que les changements terrestres capables d'écarter notablement la ligne des pôles sont nécessairement immenses, et suivant toute probabilité doivent s'effectuer dans un même sens pendant de très longues périodes (2). Ces circonstances sont peu vraisemblables.

Quoi qu'il en soit, les recherches de M. Heer sur la flore miocène tendent à montrer qu'il faut faire appel à autre chose qu'au déplacement des pôles pour expliquer la présence des grands végétaux dans les régions les plus arctiques. Le savant botaniste a fait voir, dans ses grands travaux sur la flore miocène, que les genres et les espèces de plantes de

(1) Dans cette Revue M. de Lapparent a traité cette question avec la clarté et l'élégance qui le distinguent. T. II, pp. 510-528.

(2) Conf. J. F Twisden, *On possible displacements of the Earth's Axis. Quart. Journ. of the geo. Soc.* T. XXXIV, p. 35-46.

cette époque décroissent dans une certaine mesure quand on les poursuit dans les divers gisements, à partir de la Méditerranée et de la Suisse où ils sont admirablement développés, jusqu'au Spitzberg et au nord de l'Amérique. Cela ressort d'une manière évidente par la confrontation des gisements de Pikermi, de Cadibona, d'OEningen, de Breslau, du Samland, de l'Islande, des bords du Mackensie, d'Alaska, du Groënland et du Spitzberg. Quoique la température moyenne de l'hémisphère septentrional fût beaucoup plus élevée au temps miocène qu'elle ne l'est aujourd'hui, elle décroissait néanmoins de plus en plus et très sensiblement dans les régions voisines du pôle actuel ; et la comparaison des végétaux recueillis récemment à Discovery Harbour avec ceux de Noursouak, qui accuse entre eux une différence si notable, prouve que la même loi se reconnaît jusque dans les régions les plus élevées où l'on soit parvenu. C'est une grave confirmation des déductions précédentes. Conclusion hautement probable : le pôle arctique était bien voisin de sa position actuelle à l'époque où prospéraient sous le 82me degré de latitude les représentants des Équisétacées, des Taxinées, des Cupressinées, des Taxodiées, des Salicinées, des Bétulacées, des Cupulifères, des Ulmacées et des Nymphéacées.

Les fossiles d'animaux extraits des couches par les officiers et les naturalistes de l'expédition du capitaine Nares ont été confiés à M. Etheridge (1). Cet habile paléontologiste y a reconnu d'abord des fossiles siluriens provenant de quinze gisements dispersés depuis 79° 34′ de latitude jusqu'à 81° 40′. Il a reconnu ensuite des fossiles très probablement dévoniens, retirés des couches d'un ravin de Dana Bay (latitude 81° 40′.) Enfin il a étudié toute une faune marine carbonifère extraite des calcaires de Feilden Peninsula, par 82° 63′. Jamais auparavant on n'avait ramassé de fossiles en place dans la roche à cette proximité du pôle.

Les fossiles carbonifères de Feilden Peninsula comprennent six genres et douze espèces de brachiopodes, quatre genres et douze espèces de bryozoaires, et quatre espèces d'actinozoaires. On ne trouve pas un seul lamellibranche dans la collection rapportée en Europe, pas plus qu'on n'en trouve parmi les spécimens siluriens. Les brachiopodes carbonifères de Feilden sont surtout des *Productus*, comme on devait s'y attendre, et entre autres les P. *semireticulatus*, *punctatus*, *mesolobus*, *fimbriatus* et *costatus*, si fréquents dans les calcaires correspondants de Belgique, de France, d'Angleterre. Puis ce sont les *Spirifer cristatus*, *ovalis*, etc., le *Streptorhynchus crenistria*, la *Rhynchonella pleurodon*, qui ne font pas défaut dans nos couches. Les deux derniers sont de ces coquilles paléozoïques également remarquables par leur longévité spécifique et leur diffusion. Les voilà tirées des

(1) *Op. cit.*, pp. 568-639.

escarpements rocheux qui surplombent la mer glacée de Lincoln ; presque par 83° de latitude ; et on les rencontre également dans les roches du Spitzberg, des deux Amériques, de l'Europe, de l'Inde et de l'Australie! Ajoutons qu'elles relient en quelque sorte des couches séparées par d'immenses intervalles de temps, puisqu'elles sont ensevelies également dans les strates siluriennes supérieures, dévoniennes et carbonifères. M. Etheridge cite aussi beaucoup d'échantillons de *Fenestella* et des polypiers comme *Syringopora*, *Chætetes* et *Lithostrotion* mêlés aux autres fossiles de Feilden Peninsula. On y voit la preuve, que la mer carbonifère de cette région polaire nourrissait des zoanthaires propres à l'édification des bancs corallins, et on sait que cela ne se présente aujourd'hui que dans les mers tropicales.

On a observé, depuis assez longtemps déjà, dans l'archipel Parry, par exemple à Melville, à Banks, des couches de grès houillers avec *knorria* et autres empreintes de plantes identiques à celles que Nordenskjöld a rencontrées à l'île Bären, dans des lits inférieurs au calcaire carbonifère, et que M. Heer a désignées sous le nom d'étage ursien. Le savant phytologiste de Zurich considérait l'étage ursien comme formant la première phase de la flore carbonifère : mais d'après M. Grand'Eury, il doit être rangé dans le terrain dévonien supérieur (1). Il s'ensuivrait que les plantes font reconnaître déjà l'existence du terrain dévonien dans les terres arctiques. Mais d'après M. Etheridge, on reconnaît ce même terrain dévonien par des coquilles fossiles rapportées des parages de *Dana-Bay* (lat. 81° 40′) par le capitaine Feilden. On y voit des spirifer très voisins des *S. pennatus*, *Aldrichi*, *granuliferus*, qui appartiennent au terrain dévonien des États-Unis.

Jusque dans ces derniers temps on n'avait constaté que le silurien supérieur dans les terres arctiques situées au nord de l'Amérique. Il y offre un développement très considérable sous la forme de grandes masses calcaires correspondant direct des groupes du Niagara et de Lower Helderberg aux États-Unis, qui sont eux-mêmes les équivalents, comme on sait, des étages de Wenlock et de Ludlow. On a vu un immense développement de ces calcaires dans presque toutes les terres et îles situées au sud des détroits de Melville et de Lancastre, telles que terres de Banks, du Prince Albert, du Prince de Galles, de North Somerset, Boothia felix, etc. La dernière expédition a fourni des spécimens identifiés par M. Etheridge, et qui démontrent que le silurien inférieur et le silurien supérieur existent l'un et l'autre sur les bords du canal de Kennedy. C'est principalement entre le cap Victoria et la baie

(1) *Flore carbonifère du départ. de la Loire et du centre de la France*, p. 362 et 407.

de Scoresby et à la péninsule de Petermann, que se trouvent les gisements fossilifères. Le silurien inférieur notamment est bien caractérisé par les *Receptaculitis occidentalis*, *arctica*, par la *Maclurea magna*, *l'Asaphus tyrannus*, etc. Les recherches de l'expédition Nares ont fourni des *Orthoceras*, *Bellerophon*, *Platyceras*, *Helicotoma*, *Calymene*, *Bronteus*, *Encrinurus*, des Brachiopodes, des Graptolithes, et beaucoup de Cœlentérès.

Parmi les Brachiopodes nous citons de ces régions éloignées, et à cause de leur notoriété universelle, *Chonetes striatella*, *Atrypa reticularis ;* parmi les polypiers, *Halysites catenulatus*, *Héliolithes megastomus*, *Cyathophyllum articulatum*, *Favosites gothlandicus*.

On a remarqué que les coraux n'étaient pas abondants à Discovery Harbour, dans le seul gisement de calcaire carbonifère rencontré. C'est le contraire pour le silurien. A en juger d'après leur abondance, ces coraux des genres *Zaphentis*, *Amplexus*, *Fenestella*, *Cyathophyllum*, *Strophodes*, dont les agrégations constituent des récifs, devaient prospérer par 80° à l'époque silurienne, autant pour le moins que les sclérodermes qui construisent de nos jours les atolls de l'Océan Pacifique, sous une température moyenne de 20 à 22 degrés centigrades.

D'après M. Etheridge, le silurien inférieur des parages de la terre de Grinnell correspondrait aux groupes de Chasy, Trenton et Utica, lesquels équivalent sensiblement à Llandeilo et à Caradoc du silurien classique.

Ch. d. l. V. P.

THÉRAPEUTIQUE.

—

De la présence d'organismes inférieurs dans les pansements antiseptiques. — J'ai déjà eu l'occasion de parler de la méthode antiseptique de Lister pour le pansement des plaies (1). On sait que cette méthode a pour but d'empêcher la contamination des plaies par les germes des vibrions moteurs de la fermentation putride. Dans ce but, on emploie des liquides antiseptiques qui ont la propriété de détruire les germes animalisés pouvant se trouver soit dans l'air ambiant, soit sur les mains des opérateurs et des aides, sur les pièces de pansement, les instruments tranchants, etc.

(1) *Revue des questions scientifiques*. Octobre 1878, page 677.

Quelques observateurs, tels que Ranke, Demarquay, Fischer, etc... avaient fait la remarque que l'on pouvait parfois reconnaître la présence d'organismes inférieurs dans les liquides sécrétés par des plaies soumises au pansement de Lister ; mais on soupçonnait que peut-être dans ces cas ce fait devait être attribué à un défaut soit dans le traitement antiseptique soit dans la méthode d'observation.

Pour élucider ce problème, le Dr Cheyne institua des expériences qu'il fit sous les yeux et avec l'aide du professeur Lister lui-même. Les résultats de ces expériences ont été exposés à la Société pathologique de Londres (1) et méritent d'être relevés avec soin.

Le Dr Cheyne fit d'abord l'observation que tous les liquides sécrétés par une plaie en suppuration renferment toujours des bactéries, lorsque ces plaies sont abandonnées à elles-mêmes ; qu'il est toujours impossible de découvrir ces animalcules chaque fois que la méthode antiseptique a été employée avec toutes les règles voulues. Mais dans un certain nombre de cas où la plaie se trouvait dans des conditions parfaitement aseptiques, le Dr Cheyne put reconnaître à toute évidence la présence d'organismes inférieurs. Ce n'étaient jamais les véritables bactéries, c'étaient de petits corps sphéroïdaux, se présentant par paires ou sous forme de petites chaînes ou de groupes, organismes appartenant à ce qu'on appelle des micrococci. Au microscope ces organismes se découvrent difficilement ; c'est pourquoi l'auteur a employé la méthode de culture, imaginée et si heureusement exploitée par Pasteur. Ayant recueilli, avec toutes les précautions voulues, une petite quantité de pus, il la mélange avec une infusion de concombre, puis il place le tout dans l'incubateur porté à la température du corps humain. Souvent le liquide reste clair et stérile ; mais d'autres fois il se trouble, preuve que des organismes s'y sont développés.

On pourrait croire que ces organismes sont de véritables bactéries, d'une forme spéciale ou arrivées à une certaine phase de développement. Mais quelques observations sont contraires à cette opinion : d'abord la forme très différente de ces animalcules, ensuite l'influence différente de certains réactifs, et puis les effets de leur introduction chez les animaux, enfin l'impossibilité de reconnaître, malgré des examens très prolongés, la transformation de micrococci en bactéries et réciproquement.

On se demande comment les micrococci peuvent trouver accès dans des plaies aseptiques, alors que les bactéries n'y parviennent pas? Ou, en termes plus généraux, comment des organismes peuvent se

(1) *Medical Times and Gazette.* Remarks on the occurrence of organisms under antiseptic dressings, made at the Pathological Society, by Mr. Watson Cheyne, of King's College Hospital. May 24, 1879.

trouver dans des plaies traitées par la méthode antiseptique ? On peut faire trois hypothèses :

1° Ces organismes peuvent venir du sang du malade lui-même. On sait que certains savants pensent que le sang ou les tissus d'un animal sain peuvent renfermer certains organismes inférieurs. Le Dr Cheyne n'admet pas cette possibilité; les nombreuses expériences qu'il a instituées avec plus de soin que ses prédécesseurs semblent lui donner raison. Jamais il n'a pu constater la présence de ces organismes chez des animaux sains. En cas de maladie, lorsque la résistance vitale est diminuée, il n'en est plus de même. Alors on trouve quelquefois des micrococci, jamais de bactéries; mais leur présence est quelque chose de tout à fait accidentel, ce n'est pas un phénomène essentiellement lié à la maladie.

2° Ces organismes n'ont-ils pas pénétré à travers une ouverture quelconque laissée par inadvertance au pansement antiseptique? Ce qui semble montrer que c'est là la véritable explication, c'est que ces micrococci ne se constatent pas dans les premiers temps de l'application du pansement ; ils s'observent surtout quand les pièces de pansement ont été laissées quelques heures après la production des liquides sécrétés par la plaie ou quand ces liquides sont en très grande abondance. Or, on sait que les liquides albumineux, tels que le lait, le sérum, etc... forment avec l'acide phénique des combinaisons dont la vertu antiseptique est fort diminuée. Il est donc possible que les pansements ainsi imbibés de liquides séreux sont assez puissants pour empêcher la pénétration des bactéries, mais insuffisants contre l'entrée des micrococci. Il y a plus. Le Dr Cheyne n'a pas seulement observé qu'il faut, pour tuer les micrococci, une solution plus forte que pour tuer les bactéries; il a encore constaté le fait suivant : des micrococci qui se sont développés dans une solution faiblement phéniquée, soit 1 pour 500, peuvent, si on les transporte, se multiplier dans une solution un peu plus forte; cette seconde génération peut encore se multiplier dans un liquide plus concentré, et on peut arriver ainsi à faire multiplier des micrococci jusque dans une solution au 300e, concentration ordinairement suffisante pour arrêter tout développement ultérieur. Il serait donc possible que ces animalcules, ayant trouvé place dans une partie du pansement peu antiseptique, pourraient se multiplier successivement, de manière à passer dans des milieux de plus en plus phéniqués et à arriver ainsi pas à pas jusqu'à la plaie elle-même.

2° La troisième hypothèse serait celle d'une génération spontanée. Mais M. Cheyne se prononce catégoriquement contre elle ; et il émet plusieurs objections très convaincantes, dont quelques-unes ressortent même des expériences qu'il a faites.

Tous ces faits démontrent, une fois de plus, le mérite du pansement

de Lister, mais ils en montrent aussi toutes les difficultés, et la nécessité d'observer fidèlement les conditions minutieuses que l'auteur de la méthode a cru devoir recommander et qui sont parfois négligées.

Du traitement de la chorée.—La chorée ou danse de Saint-Guy est une affection pénible, dont l'importance a diminué depuis la disparition de ces épidémies qui ont régné auparavant dans certains pays. Les cas isolés de chorée sont cependant fort nombreux, et ils sont d'autant plus douloureux que souvent l'enfant qui en est atteint est un objet de pitié, de répulsion, parfois même de risée de la part de ceux qui l'entourent. C'est une maladie souvent longue qui peut avoir des conséquenses graves soit pour la vie soit pour l'intelligence.

Le Dr Leblanc a consacré quelques pages à la thérapeutique de cette affection. On peut dire qu'il a donné d'une manière exacte et complète l'état actuel de nos connaissances sur ce point (1).

La chorée est une maladie nerveuse, principalement caractérisée par des troubles de la motilité, souvent accompagnée par des désordres de la sensibilité et même de l'intelligence.

Pour bien apprécier la valeur des traitements préconisés, il faut étudier rapidement la nature, les symptômes et les causes du mal.

La nature est peu connue. Le professeur Gubler, et avec lui le Dr Leblanc pensent que c'est une maladie à caractère irritatif ou inflammatoire. Les recherches anatomiques ne décèlent ordinairement aucune lésion materielle dans les centres nerveux, quelquefois cependant il y a des traces de congestion ou d'inflammation. On peut se demander, il est vrai, si ces lésions ne sont pas la conséquence, plutôt que la cause du mal.

La chorée se présente sous une forme légère ou sous une forme intense. Les premiers symptômes qui se déclarent consistent dans une certaine difficulté d'exécuter quelques mouvements volontaires. Les phénomènes confirmés sont des troubles moteurs qui se produisent en dehors de tout mouvement volontaire : les bras, les jambes, les traits du visage se meuvent d'une manière désordonnée ; les membres paraissent comme secoués, en même temps que les mouvements volontaires deviennent difficiles, parfois même impossibles. Il faut noter ici que cette ataxie locomotrice cesse pendant le sommeil excepté dans les cas graves.

Les troubles sensitifs sont tantôt des hyperesthésies et des douleurs variées, tantôt des anesthésies, analgésies, etc. Les désordres de l'intelligence consistent en inaptitude au travail, changement d'humeur, mobilité nerveuse, gaieté excessive suivie de tristesse exagérée.

(1) Du traitement de la chorée, par le Dr Leblanc *(Journal de Thérapeutique*, 10, 25 avril, 10, 25 mai, 10 juin 1879).

Enfin ajoutez pour compléter ce tableau, qu'il y a parfois en même temps des palpitations cardiaques, un appauvrissement du sang, des troubles digestifs, voire même de légers accès de fièvre.

Les causes de la chorée sont encore bien peu connues. On sait seulement que le développement du mal peut être occasionné par des émotions morales, par l'action du froid, etc... Quant aux causes prédisposantes, les plus importantes à connaître, nous ne connaissons que les troubles de la menstruation, la chlorose, la surexcitation du système circulatoire qui se manifeste à la suite de maladies aiguës ayant activé la croissance du sujet, enfin le rhumatisme. Cette dernière cause a été reconnue depuis longtemps, on l'a même exagérée; M. Roger a été jusqu'à dire : point de chorées sans rhumatisme. Gubler dit avec plus de raison : si l'intervention du rhumatisme dans la chorée est prouvée, on ne peut cependant pas le considérer comme sa cause efficiente et nécessaire.

Après avoir énuméré rapidement les différents moyens préconisés d'une manière plus ou moins empirique, le Dr Leblanc aborde l'étude du traitement rationnel. Il insiste avec soin et avec raison sur l'importance de l'hygiène préventive, disant que les jeunes filles présentant les symptômes précurseurs de la chorée devront être immédiatement astreintes à une vie calme, exempte d'émotions, plutôt à la campagne qu'en ville, qu'on devra leur procurer des distractions, du travail, surtout du travail musculaire; on pourra les soumettre à l'hydrothérapie, à la gymnastique; enfin on instituera une médication tonique.

Si l'hygiène est impuissante à conjurer le mal, il faut recourir aux moyens vraiment thérapeutiques.

L'*hydrothérapie* possède une efficacité remarquable et sérieuse; on peut la faire sous forme d'immersion, de lotions ou surtout de douches. Cette méthode n'a qu'un inconvénient, c'est la répugnance que les enfants ont souvent pour cet ordre de moyens.

Les *bains sulfureux* paraissent avoir rendu des services à quelques praticiens qui les ont mis en usage.

La *gymnastique* est un moyen préconisé depuis longtemps et qu'il ne faut pas négliger. Quand la situation des enfants le permet, il faut faire de la gymnastique médicale, sous la direction d'un maître. On peut même retirer de bons effets de certains moyens gymnastiques assez primitifs. C'est ainsi que Récamier envoyait ses choréiques suivre au pas les tambours battant la retraite. Trousseau commandait à ses malades de mettre leurs mouvements en mesure avec les oscillations cadencées d'un métronome ou du long balancier des horloges de village.

Les *pulvérisations d'éther* le long de la colonne vertébrale ont été préconisées. Quelques uns les louent, d'autres n'en ont retiré aucun effet.

Enfin l'application de l'*électricité* a également été essayée. On retire de bons effets des courants constants; il faut employer des courants

ascendants, d'une intensité très faible, et d'une durée peu prolongée.

L'électricité produit souvent des effets marqués par ses premières applications ; plus tard l'organisme semble s'y habituer progressivement.

Tous ces moyens externes que nous venons de parcourir ne conviennent que dans les cas assez légers . Dans les cas graves, ou bien ils sont inapplicables ou bien ils sont inefficaces. C'est alors qu'il faut recourir aux médicaments internes.

On a essayé les *altérants*, tels que l'iode, le mercure, les sels de cuivre et de zinc, les arsenicaux. L'arsenic est le seul de ces médicaments qui produise parfois de bons effets.

Sous le nom de *méthode émétique*, on comprend le procédé consistant à jeter les choréiques, à l'aide de médicaments vomitifs, dans un état de collapsus propre à faire cesser les phénomènes d'excitation irritative, en abattant rapidement les forces. C'est au tartre émétique qu'on demande le plus souvent ce service. Cette méthode doit être réservée pour les cas très graves ; et il faut y mettre beaucoup de prudence.

Tous les médicaments *antispasmodiques*, tels que la valériane, l'assa fœtida, le camphre, le musc, le castoréum, etc... ont été recommandés ; mais leur utilité est contestable, leur efficacité douteuse.

On retirera beaucoup plus d'avantage des *hypnotiques*, qui ont pour effet d'amener le calme en produisant le sommeil, pendant lequel s'arrêtent habituellement les mouvements choréiques. Cependant l'emploi de ces moyens est restreint; car on ne peut songer à entretenir un sommeil continu. Ils seront principalement utiles dans le cas où le repos normal n'est pas suffisamment long, ou bien lorsque la violence des phénomènes empêche tout sommeil et entraîne un affaiblissement considérable et rapide.

Parmi les narcotiques nous citerons d'abord l'*opium* et la *morphine* qui ont trouvé dans Trousseau un défenseur ardent et qui sont très utiles, surtout si on seconde leur action par quelques bains tièdes dont l'influence calmante est bien connue; ensuite le *chloral* qui a eu des enthousiastes et des détracteurs, mais qui mérite une certaine confiance ; puis l'*ésérine* (principe actif de la fève du Calabar), qui a été vivement préconisée et dont l'action a été même exagérée par M. Bouchut ; de l'observation des faits il paraît resulter que l'ésérine est un médicament trop peu efficace à faibles doses, trop dangereux à fortes doses.

Citons encore comme médications réellement actives contre la chorée le *bromure de potassium*, dont Gubler était un chaud partisan, le *sulfate de quinine* employé par Magendie, la *noix vomique* et la *strychnine*, cette dernière recommandée surtout par Trousseau, qui l'employait jusqu'à la témérité.

Dr Mœller.

HYGIÈNE.

Influence de l'habitude du tabac sur l'action des médicaments(1).— Parmi les nombreux griefs dont on a accusé le tabac, nous voulons en citer un que les journaux de médecine rappellent surtout aux praticiens : la tolérance ou plutôt la résistance des fumeurs à l'action des médicaments.

Peut-être convient-il de ne point généraliser encore, mais le Dr Bertherand (2) a remarqué qu'ils subissent moins que les autres l'influence du mercure dans la syphilis, et dans un livre de M. le professeur Germain Sée (3) nous trouvons une opinion semblable émise à propos du chloral. Sans tenir opiniâtrément à son interprétation, le Dr Bertherand pense que la dyspepsie et l'état saburral des premières voies chez le fumeur sont un obstacle à l'absorption du médicament. M. Sée, lui, considère le système nerveux cérébro-spinal comme envahi et dominé par le tabac qui laisserait alors peu de prise aux substances médicamenteuses. Il y aurait en un mot une saturation toxique acquise. Nous n'avons pas la prétention de juger cette question. Elle laisse d'ailleurs trop de place à l'hypothèse. Nous ne pouvons qu'inviter le médecin à s'en souvenir dans sa pratique, et le fumeur à ne pas amoindrir volontairement la puissance de nos remèdes, dans les cas où il est le premier intéressé.

Empoisonnement par l'application du tabac à l'extérieur (4). —Une robuste campagnarde s'était blessée à la jambe et la blessure avait ouvert une varice.Elle perdit ainsi une quantité de sang que l'on ne put bien apprécier, mais qui fut pourtant assez considérable. Toujours est-il qu'en arrivant auprès d'elle et la trouvant dans un état de prostration profonde caractérisé par la pâleur, le refroidissement de la peau, la petitesse du pouls, des vertiges, des nausées, des vomissements.... avec dilatation des pupilles, le médecin ne put s'expliquer par l'hémorrhagie, la gravité des symptômes. Examinant la plaie, il la trouva recouverte de tabac haché, et il crut aussitôt devoir attribuer à cette substance les troubles et la gravité de cette situation. Le tabac n'était appliqué que depuis trois quarts d'heure à titre d'hémostatique, comme on emploie souvent dans le cas d'hémorrhagie une substance pulvérulente quelconque. Tel est l'exposé du fait. Nous demandons s'il n'y a point là erreur d'appré-

(1) *Gazette médicale de l'Algérie.*
(2) Précis des maladies vénériennes.
(3) Diagnostic et traitement des maladies du cœur.
(4) *The Lancet* et *Lyon médical.*

ciation. Il est vrai que nous n'avons point de détails précis sur l'étendue de la plaie et par conséquent sur la quantité de tabac dont les principes pouvaient être soumis à l'absorption. Néanmoins nous savons que le sang était le seul véhicule des principes toxiques, et que sa tendance à se prendre en caillot devait être un obstacle à l'absorption. Si nous émettons un doute sur la réalité de la cause invoquée par le Dr O'Neill, c'est qu'à notre avis une hémorrhagie, même sans être très abondante, si l'on a affaire à une personne nerveuse, est bien capable de faire naître des symptômes semblables à ceux qu'on nous signale ; c'est qu'on ne nous renseigne point sur l'abondance de l'hémorrhagie ; et enfin, comme nous l'avons déjà fait entendre, que les conditions ne nous paraissent pas des plus favorables à l'absorption. Un pareil fait comporte cependant une certaine valeur pratique. Il faut éviter de donner prise même au doute dans le choix des moyens hémostatiques.

Expériences faites à Chicago sur les trichines (1). — En nous parlant des trichines, on nous a jusqu'ici inspiré de ces vers une horreur salutaire. Il paraît que certains de nos confrères d'Amérique ne partagent pas nos craintes à ce sujet. Voyons sur quel fondement ils appuient leur manière de voir.

Chargés par le Conseil de santé de Chicago d'examiner la viande de porc dans le but d'y découvrir des trichines, le Dr Belfield et M. Atwood portèrent leurs recherches sur des échantillons appartenant à une centaine d'animaux. Chez huit d'entre eux ils trouvèrent des trichines, et dans la proportion de 35 à 13 par pouce cubique de muscle strié. Ils voulurent étudier sur des rats la rapidité du développement de l'helminthe. Pendant six semaines un rat fut nourri tous les deux ou trois jours de viande de porc infecté. On le sacrifia alors, et on vit qu'il fourmillait réellement de trichines vivantes. D'après les deux observateurs, il y en avait au moins 100 000. Cette expérience leur fit conclure, puisque le rat était resté bien portant jusqu'au dernier jour, que l'on pouvait de temps en temps absorber des trichines sans inconvénients. Loin de s'arrêter à cette conclusion hardie, MM. Belfield et Atwood avancèrent qu'il y avait un bien plus grand nombre de personnes atteintes de trichines qu'on ne croyait, que nous sommes presque tous porteurs de trichines dans nos muscles. Ils ne se bornèrent même pas à de platoniques considérations. Convaincu de leur innocuité, le Dr Belfield avala le 20 novembre 1878, 12 trichines vivantes et jusqu'en avril 1879 il n'en a éprouvé, que je sache, aucun malaise. Nous sommes bien impatients d'avoir de temps en temps de ses nouvelles, en souhaitant qu'il ne soit jamais victime de sa témérité.

(1) *Boston medical and chirurgical Journal.* — *Annales de la Société de médecine de Gand.*

Dans le cours de leurs expériences, MM. Belfield et Atwood reconnurent qu'une petite quantité d'acide sulfurique mélangée à la saumure dans laquelle on conservait des quartiers de porc suffit pour tuer les trichines. Cette quantité n'est pas encore bien déterminée, mais elle est en tout cas insuffisante pour nuire à la qualité de la viande.

Quelques cas d'intoxication saturnine. — Le *Répertoire de pharmacie* rapporte que dans ces derniers temps de nombreux enfants, charriés habituellement dans de petites voitures d'osier recouvertes de cuir américain, présentèrent des signes d'intoxication plombique. Les recherches que l'on fit pour en découvrir la cause aboutirent à l'analyse de la toile protectrice. Et l'analyse prouva que ce cuir renfermait d'énormes proportions de plomb métallique. Cette découverte peut donc légitimer la plus grande défiance à l'égard de certains enduits imperméables de nos voitures d'enfants.

Un autre cas remarquable d'intoxication est celui qui s'est produit autour de Clermont (Hérault) (1). Les familles étaient prises en bloc, mais les adultes étaient plus atteints que les vieillards et les enfants. Les enfants encore allaités échappèrent seuls à l'empoisonnement. Cent quarante et une familles furent ainsi frappées à peu près en entier ; car sur les cinq cent quarante et un habitants qui les composaient, plus de quatre cents présentèrent les signes de l'intoxication, et de ce nombre trente succombèrent. Telle était l'intensité du mal, et on ne parvenait pas à en découvrir la cause. Les signes de l'affection étaient cependant des plus évidents, liseré des gencives, lenteur du pouls, teinte cachectique, fétidité de l'haleine, amaigrissement rapide ; chez quelques-uns arrivés à la dernière période, on notait des hydropisies générales, chez d'autres des œdèmes partiels mais d'une durée beaucoup plus longue. L'intoxication parut provoquer des accès convulsifs chez des jeunes filles et l'eclampsie chez des femmes en couches. Quatre mois après le début de l'épidémie, le Dr Ronsier apprit que toutes les familles atteintes faisaient moudre leur grain chez un même meunier. Ce fut là l'indice accusateur de la vraie cause. Le meunier et sa femme souffraient du mal général, et ils ne firent point difficulté d'avouer, dans leur bonne foi, qu'on avait réparé une meule avec du plomb. C'était précisément à un endroit où le plomb devait nécessairement se broyer en même temps que le grain. L'analyse constata d'ailleurs l'altération plombique des farines. Cette découverte amena la fin de l'épidémie.

Distribution géographique de quelques affections en Angleterre (2). — Suivant le Dr Haviland, des statistiques de 30 ans nous

(1) *Bulletin de l'Académie de médecine.*
(2) Voy., *Journal d'Hygiène*, 21 mai 1879.

montrent que, en Angleterre, la scarlatine a son siège principal au nord-ouest et au nord, pays de manufactures et de mines, tandis que la partie essentiellement agricole est celle qui est le plus épargnée. Des contrées voisines du maximum d'intensité ne présentent aucun cas de scarlatine. Ce sont précisément celles où la nature du terrain rend les communications très difficiles. Sans vouloir faire de comparaison blessante, l'auteur voudrait voir la loi intervenir au sujet de la scarlatine, comme elle le fait dans les épizooties, pour éviter la propagation du mal. Mais nous ne le suivrons point dans la question si controversée du système quarantenaire.

Les affections du cœur se rattachent fréquemment au rhumatisme et nous savons l'influence de la nature du sol sur le développement de cette maladie. Après avoir étudié l'action des vallées, des cours d'eau et des vents, le Dr Haviland pense que l'élément morbide existe partout et que, si certaines contrées ne semblent pas en subir l'influence, c'est que le vent de la mer les assainit au détriment d'autres parties où il accumule la matière rhumatismale. Une large ventilation paraît donc s'imposer dans nos maisons, dans nos rues, et dans nos hôpitaux, pour bénéficier du même avantage.

Le cancer, dit le Dr Haviland, a tué 100 000 femmes en 20 ans. C'est une considération assez sérieuse pour mériter l'attention des médecins et peut-être des hygiénistes.

Les contrées périodiquement inondées paraissent en favoriser le développement. Là où le terrain est élevé et sec le cancer est une exception. C'est ce qu'indique la carte du Dr Haviland mais que, pour notre part, nous n'osons confirmer.

La phtisie paraît avoir des conditions topographiques tout opposées à celles du cancer. Elle a son maximum de fréquence dans les endroits où ce dernier agit avec le moins d'intensité. Si nous comprenons bien le Dr Haviland, nous devons croire que ces conditions étiologiques sont propres à l'Angleterre. Ne sait-on pas en effet aujourd'hui que les lieux les plus élevés, les hauts plateaux du Mexique, de la République de l'Équateur et de l'Engadine par exemple, sont précisément ceux où l'on ne voit point naître la tuberculose. C'est cette raison qui nous fait envoyer nos malades, pendant l'été, à Saint-Moritz et à Davos, et les résultats obtenus jusqu'ici restent des plus encourageants.

Examen d'une eau douce contaminée par des matières organiques insalubres. (1) — Il s'agissait d'analyser une eau qu'on supposait contaminée par des fuites de gaz ou des infiltrations de fosses d'aisances. Tout médecin ou tout chimiste peut être appelé dans une

(1) *Journal de pharmacie et de chimie.*

semblable affaire à donner son avis devant les tribunaux. Chargé de cette analyse, voici comment s'en acquitta M. Ernest Baudrimont.

Il eut d'abord recours au nitrate d'argent acidulé, et il en obtint très peu de chlorure. Le chlorure de baryum lui donna très peu de sulfate. L'oxalate d'ammoniaque lui donna un précipité assez abondant d'oxalate de chaux ; l'acétate de plomb un précipité blanc volumineux. Le sulfate de cuivre lui prouva l'absence d'hydrogène sulfuré, car il n'y eut point de coloration brune. Par le nitroprussiate de potasse il n'obtint point de coloration violette, ce qui permit de conclure à l'absence des sulfures solubles. Enfin le permanganate de potasse acidulé par l'acide sulfurique subit une décoloration lente, grâce à la présence de matières organiques. Cet examen ne permettait point de conclure avec précision. L'eau avait une odeur et une saveur désagréables, mais difficiles à définir. Soumise à une chaleur de 110° elle laissa déposer par évaporation un résidu de 0 gr. 60 par litre. L'évaporation fit soupçonner l'odeur des fosses d'aisances, mais on ne pouvait se baser sur un soupçon. L'idée vint alors à M. Baudrimont de tenter l'essai par l'éther. Il agita à deux reprises une même quantité d'eau, 50 centimètres cubes, avec le quart de son poids d'éther, et chaque fois il fut facile de reprendre par décantation la masse d'éther qui surnageait. Cet éther lui donna à son tour, par évaporation au bain-marie, un résidu presque imperceptible, mais dont l'odeur accusait franchement la présence de matières fécales. Une chaleur suffisamment élevée diffusait assez bien cette odeur de vidange au point de la rendre douteuse ; telle est la raison qui nécessitait l'évaporation de l'éther à une faible température. C'est donc grâce à la propriété que possède l'éther de dissoudre les matières organiques odorantes, qu'il fut possible de déterminer la nature de l'altération de l'eau.

De l'hygiène de l'estomac. — Les *Annales d'hygiène publique* empruntent à un ouvrage de M. le docteur Leven des considérations hygiéniques qui n'auront pas le privilège d'être bien acceptées par tout le monde. Nous allons les résumer brièvement. D'une manière générale, notre alimentation se compose de substances animales, de substances végétales et de boissons. Le Dr Leven nous considére surtout comme des carnivores. Aussi, d'après lui, la viande doit-elle être notre principale nourriture et il faudrait nous contenter de viande cuite à la broche ou sur le gril, ou même du modeste pot-au-feu. La viande de porc sera exclue de notre table ; elle renferme trop de graisse. Le saucisson, le boudin sont tout à fait indigestes. Leur composition, même quand elle est avouable, en donne le motif. Les condiments sont nuisibles et le beurre, qui rentre dans la catégorie des graisses, sera exclu comme elles.

Les poissons peuvent parfaitement convenir à notre estomac ; malheureusement ils renferment de l'huile qui est encore une graisse, et, quand ce sera en trop forte proportion, il faudra les délaisser. Ainsi on ne fera point usage de maquereaux ni d'anguilles ; ils sont imprégnés d'huile. Et le saumon, si goûté de nos gourmets, s'il doit partager le même sort, c'est parce qu'il en contient jusqu'à 5 pour cent. Mais le merlan et la sole (1 1/2 pour cent) devront jouir d'une grande faveur. Quant au homard on a parfois raison de le trouver indigeste. Et les moules et les huîtres grâce à leur eau salée seront considérées comme telles.

Les légumes, nous l'avons dit déjà, doivent figurer après la viande, dans notre alimentation. Ils renferment parfois des huiles qui ne nous conviennent pas; ils renferment surtout du ligneux et de la cellulose qui résistent à notre suc gastrique. Aussi quand vous avez affaire à un dyspeptique, commencez par lui donner de la viande. Le chou, le champignon et la truffe méritent d'être regardés comme indigestes, mais en revanche, si la lentille, le pois, le haricot, le marron ont partagé en général la même réputation, disons pour les réhabiliter que, débarrassés de leur enveloppe, si vous les réduisez en farine, ils ne troubleront aucunement les fonctions digestives.

Enfin venons-en aux boissons, et ici encore préparons-nous à subir de cruelles déceptions. Savez-vous quelle est la meilleure boisson ? C'est tout bonnement l'eau. Il n'y a que l'homme qui fasse usage de boissons fermentées. Et c'est bien à tort. Nous savons en effet que l'alcool détruit l'action de la pepsine ; et toutes nos boissons fabriquées ne contiennent-elles pas l'alcool en quantité plus ou moins considérable, la bière de France 3 pour cent, les eaux-de-vie 50 à 60, et le vin lui-même 20 ? Et pourtant que de personnes prennent un verre de liqueur pour aiguiser l'appétit, pour faciliter la digestion, et un peu plus tard un second verre pour la compléter ! Rien d'étonnant dès lors, de voir tous nos buveurs et beaucoup de gourmets atteints de dyspepsie. Ils flattent leur palais ; ils brûlent leur estomac.

C'est un tort de croire qu'il faille boire beaucoup. L'enfant boit très peu et digère très bien. Le potage ouvre nos repas du soir ; il n'en faudrait pas prendre. Toutes ces boissons prises en grande quantité diluent par trop le suc gastrique. Elles ralentissent le travail digestif. Retranchez-les ; le travail digestif s'en fera bien mieux.

Il serait bien préférable de considérer l'alcool comme un remède capable de stimuler l'organisme et de venir en aide au médecin dans les maladies graves, dans les fièvres, les pneumonies. En toute autre circonstance, sachons faire un usage très modéré de bière et de vin.

Dr A. Dumont.

TABLE DES MATIÈRES

DU

SIXIÈME VOLUME.

LIVRAISON DE JUILLET 1879.

L'ORIGINE DES INÉGALITÉS DE LA SURFACE DU GLOBE, par **M. A. de Lapparent,** professeur de géologie à l'Université catholique de Paris 5

LA COSMOGONIE BIBLIQUE D'APRÈS LES PÈRES DE L'ÉGLISE, par **M. l'abbé F. Vigouroux,** prêtre de Saint-Sulpice 29

LES COURANTS SECONDAIRES, par le **R. P. Van Tricht,** S. J. . 83

LA RECHERCHE DES SOURCES, par **M. l'abbé Boulangé** . . . 124

LES NATURALISTES PHILOSOPHES, par **M. A. Proost,** professeur à l'Université catholique de Louvain 157

LE CRÉDIT AGRICOLE EN FRANCE, par **M. le vicomte d'Anthenaise** 175

L'AVEUGLEMENT SCIENTIFIQUE. — SEPTIÈME ARTICLE. LES FORCES VOLONTAIRES, LES MOUVEMENTS MUSCULAIRES ET LES SENSATIONS, par le **R. P. Carbonnelle,** S. J. 196

LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE D'OBSERVATION ET LA QUESTION SOCIALE EN OCCIDENT, par **M. Ad. Focillon.** 234

BIBLIOGRAPHIE. — I. Apuntes relativos á los huracanes de las Antillas en setiembre y octubre de 1875 y 1876, por el Rdo. P. Benito Viñes, S. J. **R. P. Thirion,** S. J. 281

II. La lèpre est contagieuse, par un missionnaire attaché aux léproseries. **M. le Dr Mœller** 287

III. Annuaire de l'observatoire de Montsouris pour 1879. **J. d'E.** 289

IV. Cartes du temps et avertissements des tempêtes, par Robert H. Scott. **J. d'E.** 294

V. L'île de Chypre, par L. de Mas Latrie. **J. d'E.** 298

VI. La photographie et ses applications scientifiques, par M. R. Radau. **M. Paul Nève.** 303

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

BOTANIQUE, par **C. F.** 309

ANTHROPOLOGIE, par **M. A. Arcelin** 319

GÉOGRAPHIE, par **L. D.** 325

PHYSIQUE, par le **R. P. Van Tricht,** S. J. 335

LIVRAISON D'OCTOBRE 1879.

L'ENCYCLIQUE ET LA SCIENCE, par le **R. P. Carbonnelle**, S. J. 353
L'ANTHROPOLOGIE, par **M. Adrien Arcelin** 412
LES ÉTAPES DU RÈGNE VÉGÉTAL, par **Jean d'Estienne**. . . 454
LA DOCTRINE DES GÉNÉRATIONS SPONTANÉES, par **M. A. Proost**, professeur à l'Université de Louvain. 502
LE DARWINISME ET L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX, par **M. l'abbé Lecomte** 540
BIBLIOGRAPHIE. — I. Les Étoiles, essai d'astronomie sidérale, par le P. A. Secchi. **J. d'E.** 596
II. La religion en face de la science. Leçons sur l'accord entre les données de la révélation biblique et les théories scientifiques modernes, par l'abbé Alexis Arduin. 2me partie : Géologie et géogénie. **J. d'E.** 614
III. Traité de l'ostéologie et de la myologie du Vespertilio Murinus, par M. Paul Maisonneuve. **Edmond Alix** . . . 625
IV. Axonometría ó perspectiva axonométrica, por D. Ed. Torroja. **J. T.** 629
REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.
PHYSIQUE, par le **R. P. Van Tricht**, S. J. 631
PHYSIOLOGIE, par **G. H.** 638
GÉOGRAPHIE, par **L. D.** 647
BOTANIQUE, par **C. F.** 659
GÉOLOGIE, par **A. R.** et **Ch. de l. V. P.** 672
THÉRAPEUTIQUE, par le **Dr Mœller** 683
HYGIÈNE, par le **Dr Dumont** 689

T.P.I. 0.1

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

Tomo VI.

TROISIÈME ANNÉE. — TROISIÈME LIVRAISON

JUILLET 1879

BRUXELLES
A. VROMANT, IMP.-ÉDITEUR
rue de la Chapelle, 3.

PARIS
LIBRAIRIE
DE LA SOCIÉTÉ BIBLIOGRAPHIQUE
35, *rue de Grenelle.*

1879

LIVRAISON DE JUILLET 1879.

I. — L'ORIGINE DES INÉGALITÉS DE LA SURFACE DU GLOBE, par **M. A. de Lapparent,** vice-doyen de la faculté des sciences de l'Université catholique de Paris.

II. — LA COSMOGONIE BIBLIQUE D'APRÈS LES PÈRES DE L'ÉGLISE, par **M. l'abbé F. Vigouroux,** prêtre de Saint-Sulpice.

III. — LES COURANTS SECONDAIRES, par le **R. P. Van Tricht,** S. J.

IV. — LA RECHERCHE DES SOURCES, par **M. l'abbé Boulangé.**

V. — LES NATURALISTES PHILOSOPHES, par **M. A. Proost,** professeur à l'Université catholique de Louvain.

VI. — LE CRÉDIT AGRICOLE EN FRANCE, par **M. le Vcte d'Anthenaise.**

VII. — L'AVEUGLEMENT SCIENTIFIQUE. — SEPTIÈME ARTICLE. LES FORCES VOLONTAIRES, LES MOUVEMENTS MUSCULAIRES ET LES SENSATIONS, par le **R. P. Carbonnelle,** S. J.

VIII. — LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE D'OBSERVATION ET LA QUESTION SOCIALE, par **M. Ad. Focillon,** directeur de l'École municipale Colbert (Paris).

IX. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Apuntes relativos á los huracanes de las Antillas en setiembre y octubre de 1875 et 76, por el Rdo. P. Benito Vines. **R. P. Thirion,** S. J. — II. La lèpre est contagieuse, par un missionnaire attaché aux léproseries. **Dr Mœller.** — III. Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour 1879. **J. d'E.** — IV. Cartes du temps et avertissements des tempêtes, par Robert H. Scott. **J. d'E.** — V. L'île de Chypre, par M. de Mas Latrie. **J. d'E.** — VI. La photographie et ses applications scientifiques, par R. Radau. **Paul Nève.**

X. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Botanique, par **C. F.** — Anthropologie, par **M. Adrien Arcelin.** — Géographie, par **L. D.** — Physique, par le **R. P. Van Tricht,** S. J.

AVIS IMPORTANT.

A la fin du mois de juillet, nous ferons présenter une quittance à ceux de nos abonnés qui n'ont pas encore soldé le prix de leur abonnement. A l'étranger, cette quittance sera, suivant l'avis donné précédemment, augmentée de 2 francs pour frais de recouvrement.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les deux premières années sont publiées ; la troisième paraîtra dans quelques jours.

Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société Scientifique, 21, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, à partir de janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

On peut encore se procurer, au prix d'abonnement, les années 1877 et 1878.

ON S'ABONNE :

A Bruxelles

Au Secrétariat de la Société, 21, rue des Ursulines ;

Chez J. Albanel, libraire-éditeur, 29, rue des Paroissiens ;

Chez A. Vromant, imp.-édit., 3, rue de la Chapelle.

A Paris

A la librairie de la Société bibliographique, 35, rue de Grenelle.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TROISIÈME ANNÉE. — QUATRIÈME LIVRAISON

OCTOBRE 1879

BRUXELLES
A. VROMANT, IMP.-ÉDITEUR
rue de la Chapelle, 3.

PARIS
LIBRAIRIE
DE LA SOCIÉTÉ BIBLIOGRAPHIQUE
35, *rue de Grenelle.*

1879

LIVRAISON D'OCTOBRE 1879.

—

I. — L'ENCYCLIQUE ET LA SCIENCE, par le **R. P. Carbonnelle,** S. J.

II. — L'ANTHROPOLOGIE, par **M. Adrien Arcelin,** secrétaire perpétuel de l'Académie de Mâcon.

III. — LES ÉTAPES DU RÈGNE VÉGÉTAL, par **Jean d'Estienne.**

IV. — LA DOCTRINE DES GÉNÉRATIONS SPONTANÉES, par **M. A. Proost,** professeur à l'Université catholique de Louvain.

V. — LE DARWINISME ET L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX, par **M. l'abbé Lecomte.**

VI. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Les étoiles, essai d'astronomie sidérale, par le P. A. Secchi. **J. d'E.** — II. La religion en face de la science, par l'abbé Alexis Arduin. 2e Partie. Géologie et géogénie. **J. d'E.** — III. Traité de l'ostéologie et de la myologie du Vespertilio murinus, par M. Paul Maisonneuve. **Edmond Alix.** — IV. Axonometría ó perspectiva axonométrica, par D. Ed. Torroja. **J. T.**

VII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Physique, par le **R. P. Van Tricht,** S. J. — Physiologie par **G. H.** — Géographie, par **L. D.** — Botanique, par **C. F.** — Géologie, par **A. R.** et **Ch. de l. V. P.** — Thérapeutique, par le **Dr Mœller.** — Hygiène, par le **Dr Dumont.**

AVIS IMPORTANT.

A la fin du mois d'octobre nous ferons présenter une quittance à ceux de nos abonnés qui n'ont pas encore soldé le prix de leur abonnement. A l'étranger, cette quittance sera, suivant l'avis donné précédemment, augmentée de 2 francs pour frais de recouvrement.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les trois premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 21, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, à partir de janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

On peut encore se procurer, au prix d'abonnement, les années 1877 et 1878.

ON S'ABONNE :

A Bruxelles

Au Secrétariat de la Société, 21, rue des Ursulines ;

Chez J. Albanel, libraire-éditeur, 29, rue des Paroissiens ;

Chez A. Vromant, imp.-édit., 3, rue de la Chapelle.

A Paris

A la librairie de la Société bibliographique, 35, rue de Grenelle.

les

AMNH LIBRARY
100226206